

BIJLAGE XV Verschillen- en gevoeligheidsanalyse(s)

Integrale Effectenanalyse Programma Energiehoofdstructuur 2023

Ontwikkeling energiehoofdinfrastructuur 2030-2050

Ministerie van Economische Zaken & Klimaat

Definitief
02-06-2023



Pondera

Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 766 33 72
info@ponderaconsult.com

CE Delft

Oude Delft 180
2611 HH Delft
015 215 01 50
ce@ce.nl

In samenwerking met:



Rhijnspoorplein 38
1018 TX Amsterdam
020 506 19 99
info@bro.nl

Colofon

Soort document
Integrale Effectanalyse

Projectnaam
IEA Programma Energiehoofdstructuur 2023

Versienummer
Definitief

Opdrachtgever
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Auteur
Martha Deen, Roel van Ooij, Joeri Vendrik

Nagekeken door
Frans Rooijers, Mariëlle de Sain

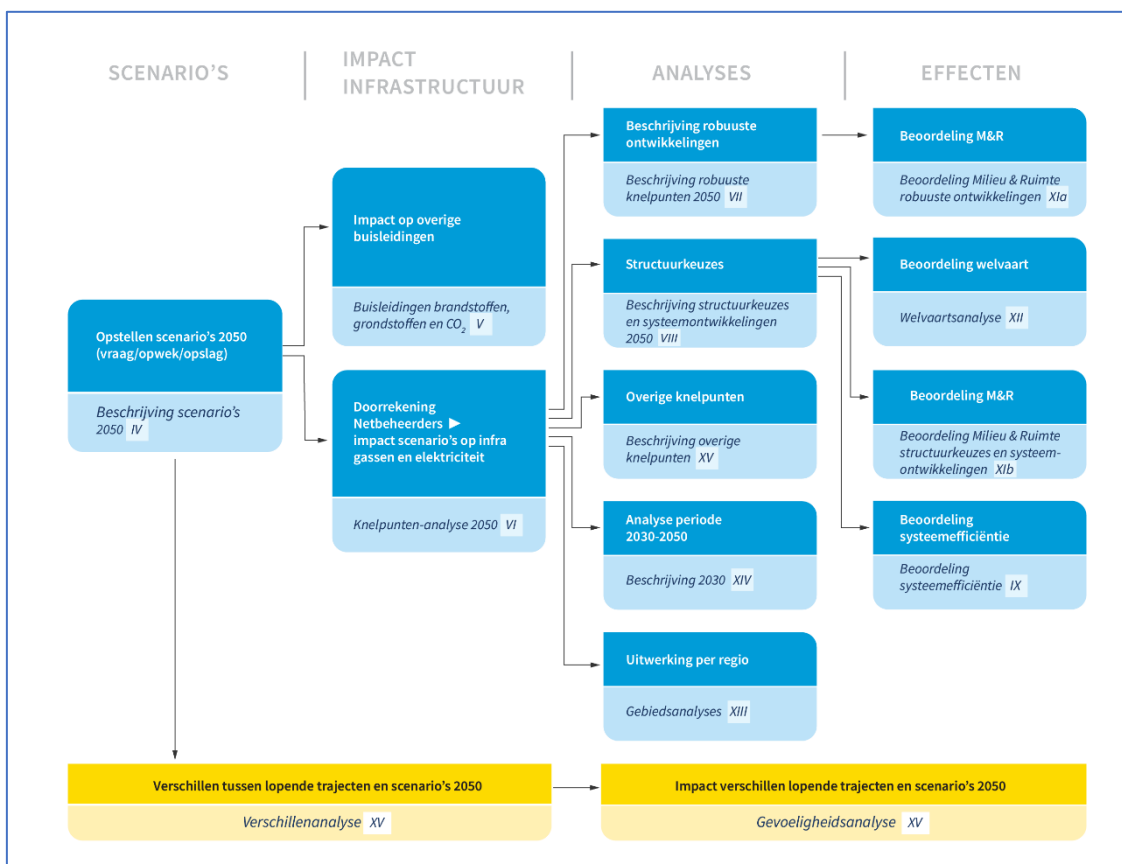
Disclaimer

In het onderzoek is gebruikgemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Het consortium (Pondera, CE Delft en BRO Adviseurs) is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van het consortium afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera, namens het consortium. Het consortium is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing. Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.

0 Samenvatting

In deze Bijlage XV, *Verschillen- en Gevoeligheidsanalyse(s)*, wordt bepaald of recente ontwikkelingen ertoe leiden dat de uitkomsten en conclusies van de analyses in de IEA wijzigen doordat deze ontwikkelingen buiten de bandbreedte van de gehanteerde scenario's vallen (verschillenanalyse). Indien dit het geval is wordt een inschatting gemaakt van de effecten van de recente ontwikkelingen op de uitkomsten van de IEA (gevoeligheidsanalyse). Voor deze bijlage wordt de invulling van de scenario's (Bijlage IV *Beschrijving scenario's 2050*) gebruikt. De analyses uit deze bijlage lopen parallel aan de analyses van alle andere bijlagen.

Figuur 0-1 - Overzicht en samenhang bijlagen IEA PEH



Inhoudsopgave

0	Samenvatting	1
1	Inleiding	3
2	Verschillenanalyse	4
2.1	VAWOZ 2030	4
2.2	Voorverkenning VAWOZ 2040	5
2.3	RES 1.0	10
2.4	CES 2.0	11
2.5	Verhoging CO ₂ -reductiedoelstelling 2030 naar 60%	12
2.6	MIEK-projecten	13
2.7	Routekaart elektrificatie industrie	14
2.8	Vollasturen windturbines	16
2.9	Nieuwe versie II3050	16
2.10	Mogelijke reserveringen Gasunie	20
2.11	Target Grid	23
2.12	Totaaloverzicht	24
3	Gevoeligheidsanalyses	25
3.1	Voorverkenning VAWOZ 2040	25
3.2	CES 2.0	31
3.3	MIEK-projecten	36
3.4	Vollasturen wind op land en windenergie op zee	36
3.5	Mogelijke reserveringen Gasunie	40
A.	Uitgebreide uitwerking verschillenanalyse CES 2.0	52
A.1.	Rotterdam-Moerdijk	52
A.2.	Schelde-Deltaregio (SDR)	53
A.3.	Noord-Nederland	54
A.4.	Chemelot	55
A.5.	Noordzeekanaalgebied (NZKG)	57
B.	Kaartenbijlage	59

1 Inleiding

Er gebeurt heel veel op het gebied van de energietransitie; nieuwe ontwikkelingen en beleidsplannen volgen elkaar in razend tempo op. Het is niet mogelijk om te wachten met het uitvoeren van de integrale effectenanalyse tot alle plannen uitgekristalliseerd zijn. Op een bepaald moment zijn de scenario's vastgelegd om te kunnen beginnen met de verdere analyses. Alle ontwikkelingen en plannen die bekend zijn geworden na het vastleggen van de scenario's zijn daarom niet meer verwerkt in de scenario's. Daarom lopen de scenario's en de analyses in deze IEA per definitie 'achter' op de laatste ontwikkelingen en beleidsplannen.

Om deze recente ontwikkelingen en beleidsplannen toch een plek te geven is eerst een verschillenanalyse uitgevoerd. Hierin is gekeken of er verschillen zijn tussen de scenario's die gebruikt zijn voor de IEA/het PEH en lopende beleidstrajecten. Deze verschillen worden inzichtelijk gemaakt en er is beoordeeld wat de mogelijke gevolgen zijn van de verschillen tussen de alternatieven van het PEH en de lopende beleidstrajecten.

Op basis van deze verschillenanalyse is vervolgens een keuze gemaakt voor welke onderwerpen een nadere gevoeligheidsanalyse wordt uitgevoerd. Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd indien er verschillen zitten tussen de lopende beleidstrajecten/ontwikkelingen en de gehanteerde scenario's in de IEA/het PEH, en deze verschillen een significant effect kunnen hebben op de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur of op de effectbeoordeling. In de gevoeligheidsanalyse wordt een inschatting gemaakt van de impact van de verschillen op de uitkomsten van de IEA/het PEH.

Het doel van de verschillen- en gevoeligheidsanalyse is bepalen of recente ontwikkelingen ertoe leiden dat de uitkomsten en conclusies van de analyses in de IEA wijzigen. Indien dit het geval is wordt een inschatting gemaakt van de effecten van de recente ontwikkelingen op de uitkomsten van de IEA.

De verschillen- en gevoeligheidsanalyse richt zich vooral op de periode 2030-2035. Er is gekeken of de bepaalde ruimte die is voorzien voor 2050 al eerder noodzakelijk is door plannen uit lopende beleidstrajecten. Daarnaast is ook gekeken of de lopende beleidstrajecten binnen het speelveld van de scenario's voor 2050 vallen.

Bij de verschillenanalyse zijn de volgende beleidstrajecten en ontwikkelingen bekeken:

- VAWOZ 2030;
- Voorverkenning VAWOZ 2040;
- RES 1.0;
- CES 2.0;
- Verhoging CO₂-reductiedoelstelling 2030 naar 60%;
- MIEK-projecten;
- Routekaart elektrificatie industrie;
- Vollaasturen hernieuwbare opwek;
- Tweede iteratie II3050;
- Mogelijke reserveringen Gasunie;
- Target Grid.

Naast deze trajecten is de analyse ook besproken met de landelijke netbeheerders TenneT en Gasunie.

Voor elk van bovenstaande trajecten en ontwikkelingen zijn de onderstaande vragen beantwoord:

- Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?
- Wat wordt op dit punt meegenomen in de voor de IEA gebruikte scenario's?
- Wat wordt niet meegenomen in de voor de IEA gebruikte scenario's?
- Wat is de invloed op de resultaten uit deze IEA?
- Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

De verschillenanalyse is uitgewerkt in hoofdstuk 2. De gevoeligheidsanalyses zijn uitgewerkt in hoofdstuk 3, voor de trajecten waarvoor blijkt uit de verschillenanalyse dat dit noodzakelijk is.

2 Verschillenanalyse

2.1 VAWOZ 2030

Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?

Binnen VAWOZ 2030 is een voorstel gedaan voor de versnelde uitrol van windparken op zee richting 2030/2031 om de transitie te versnellen. Er worden ruimtelijke procedures gestart voor 13 GW extra windenergie op zee, waarvan 11 GW naar verwachting tot 2031 gerealiseerd wordt¹. Het gaat om de volgende ruimtelijke procedures:

- 2 keer 2 GW naar Maasvlakte;
- 2 GW naar Borssele/Sloegebied;
- 2 GW naar Geertruidenberg;
- 5 GW naar Eemshaven (in samenhang met 0,7 GW vanuit gebied *Ten noorden van de Waddeneilanden*).

Wat wordt op dit punt meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's?

De totale opgave van windenergie op zee voor 2030, inclusief de versnelling vanuit VAWOZ 2030, is meegenomen als ondergrens bij de drie extra scenario's die de netbeheerders doorgerekend hebben voor het PEH. Op elke aanlandingslocatie landt in deze scenario's minimaal evenveel windenergie op zee aan als de opgave van 2030 inclusief versnelling. Uitzondering is aanlandingslocatie Geertruidenberg. Deze is slechts in één van de drie nieuwe scenario's meegenomen.

Voor 2030 is de analyse in deze IEA gebaseerd op de investeringsplannen van de netbeheerders.

Wat wordt niet meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's?

Naast de drie extra scenario's is voor deze IEA/PEH gebruikgemaakt van de vier oorspronkelijke scenario's uit de integrale infrastructuurverkenning II3050. Deze scenario's zijn opgesteld voordat de nieuwe ruimtelijke procedures gestart zijn naar aanleiding van VAWOZ 2030, waardoor de plannen van VAWOZ 2030 niet meegenomen zijn in de scenario's van II3050. Daardoor komen sommige aannames bij deze scenario's niet overeen met de plannen die er nu al liggen. Bij de aanlandingslocaties Eemshaven en Borssele/Sloegebied wordt in enkele scenario's minder aanlanding aangenomen voor 2050 dan nu al voor 2030 voorzien wordt.

Het bovengrens scenario van het investeringsplan van TenneT uit 2022 gaat uit van 16,6 GW aan windenergie op zee in 2031. Dit ligt dus lager dan de plannen van VAWOZ.

¹ Zie [kamerbrief](#).

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

De resultaten van de infrastructuurdoorrekening van de vier oorspronkelijke II3050-scenario's worden beïnvloed door de aannames die niet overeenkomen met de plannen vanuit VAWOZ 2030. Op de aanlandingslocaties Borssele/Sloegebied en Eemshaven is meer ruimte nodig voor nieuwe stations, batterijen en elektrolyzers dan uit die vier scenario's volgt. En de belasting op de hoogspanningsverbindingen die de stroom afvoeren vanaf deze aanlandingslocaties wordt groter.

De versnelde uitrol van windenergie op zee richting 2030 is alleen mogelijk indien er extra elektriciteitsvraag bij de aanlandingspunten komt, aangezien het niet meer mogelijk is om extra investeringen in het hoogspanningsnet te doen voor 2030. Dit betekent dat de extra windenergie op zee er niet toe leidt dat nieuwe hoogspanningsverbindingen nodig zijn voor 2030. Mogelijk is er wel extra ruimte nodig bij de aanlandingslocaties voor nieuwe stations.

Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

Doordat de versnelde uitrol van windparken op zee richting 2030 meegenomen wordt in de drie nieuwe PEH-scenario's, is te zien wat de impact is op de benodigde energie-infrastructuur en de noodzakelijke ruimte. Daarom is er in deze IEA voor 2050 voldoende input voor de afwegingsfase en is er geen gevoeligheidsanalyse noodzakelijk.

Voor 2030 leidt de extra aanlanding van windenergie op zee niet tot extra hoogspanningsverbindingen, maar mogelijk is er wel extra ruimte nodig op de aanlandingslocaties. Dit wordt in deze IEA meegenomen in de beschrijving voor 2030 (zie Bijlage XIV *Beschrijving 2030*), daarom is hier geen gevoeligheidsanalyse voor nodig.

2.2 Voorverkenning VAWOZ 2040

Voor de analyses binnen deze IEA zijn aannames gedaan over aanlanding van windenergie op zee. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen elektrische aanlanding en aanlanding in de vorm van waterstof.

2.2.1 Elektrische aanlanding

Wat wordt op dit punt meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's?

Windenergie voor invullen elektriciteitsvraag (exclusief synthetische brandstoffen)

Energetisch

Tabel 2-1 geeft een overzicht van de hoeveelheid vermogen aan windstroom die aanlandt per aanlandingslocatie. Voor de modellering voor de gebruikte scenario's is aangenomen dat dit allemaal elektrisch aanlandt. Echter wordt de mogelijkheid opgehouden dat een deel aanlandt in de vorm van waterstof.

Tabel 2-1 - Vermogen van aanlanding windenergie op zee per aanlandingslocatie

Aanlandingslocatie	Nederland Energie land – Regionale Sturing	Nederland Energie land – Nationale Sturing	Nederland Energie land – Europese Sturing	Nederland Energie land – Internationale Sturing	Sterke Knopen – Nationale Sturing	Sterke Knopen – Europese Sturing	Zeer Sterke Knopen – Kernenergie
Beverwijk	3,1 GW	5,2 GW	3,0 GW	2,8 GW	5,2 GW	3,0 GW	3,0 GW
Middenmeer	9,3 GW	15,6 GW	9,0 GW	8,4 GW	0 GW	0 GW	0 GW
Den Helder	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	9,2 GW	2,0 GW	2,0 GW
Maasvlakte	10,9 GW	18,2 GW	10,5 GW	9,8 GW	10,2 GW	7,5 GW	7,5 GW
Eemshaven	4,7 GW	7,8 GW	4,5 GW	4,2 GW	7,8 GW	10,0 GW	10,0 GW
Borssele/Sloegebied	1,6 GW	2,6 GW	1,5 GW	1,4 GW	5,6 GW	7,5 GW	7,5 GW
Terneuzen	1,6 GW	2,6 GW	1,5 GW	1,4 GW	0 GW	0 GW	0 GW
Geertruidenberg	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	2,0 GW	0 GW	0 GW
Diemen	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	6,0 GW	0 GW	0 GW
Maasbracht	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	6,0 GW	0 GW	0 GW

Ruimtelijk

Bij elektrische aanlanding zijn convertorstations nodig op de aanlandingslocaties om de DC-stroom om te zetten in AC-stroom. Daarnaast zijn extra velden nodig bij 380kV-stations om de windstroom aan te sluiten op het 380kV-net. De aanname is dat er bij de aanlandingslocaties batterijen en mogelijk elektrolyzers komen. Om beiden aan te sluiten zijn ook extra 380kV-velden nodig. De ruimte die hiervoor nodig is, wordt ook meegenomen.

Windenergie voor productie synthetische brandstoffen

In de meeste scenario's is aangenomen dat de productie van synthetische brandstoffen via private ketens loopt, conform de aannames van II3050. Dit betekent dat dit geen impact heeft op de publieke energie-infrastructuur. Wel is er in dat geval ruimte nodig voor private energie-infrastructuur.

Alleen in het scenario Sterke Knopen Nationale Sturing is aangenomen dat de productie en het transport van synthetische brandstoffen via publieke infrastructuur loopt. In dit scenario wordt 20,5 GW windenergie voor de productie van synthetische brandstoffen gebruikt. Hiervan landt 17,5 GW aan in de vorm van waterstof (grondstof synthetische brandstoffen) en 3 GW in de vorm van elektronen (voor Direct Air Capture). Er is aangenomen dat 50% van de elektrische aanlanding bij de Eemshaven plaatsvindt en 50% bij Rotterdam. Op deze locaties zijn extra converterstations, 380kV-velden, batterijen en elektrolyzers nodig.

Wat wordt niet meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's?

Alleen de aanlandingslocaties op bovenstaande locaties worden meegenomen. En per locatie wordt een maximaal vermogen meegenomen. Verwacht wordt dat de bandbreedte aan vermogens per aanlandingslocatie voldoende is om het toekomstige speelveld te beslaan, aangezien er gevarieerd is in de verdeling over de aanlandingslocaties.

Er zijn echter enkele potentiële aanlandingslocaties voor elektrische aanlanding die niet worden meegenomen. In de voorverkenning VAWOZ 2031-2040 worden enkele kansrijke locaties genoemd voor elektrisch aanlanden die niet zijn meegenomen:

- Velsen (nabijgelegen Beverwijk is wel meegenomen);
- Vijfhuizen;
- Bleiswijk;
- Simonshaven;
- Europoort;
- Moerdijk.

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

Als windstroom aanlandt bij een van bovenstaande locaties dan is op de aanlandingslocatie ruimte nodig voor een convertorstation, een uitbreiding van (of een nieuw) 380kV-station, batterijen en mogelijk elektrolyzers. Dit kan lokaal een fors ruimtebeslag opleveren.

De potentiële aanlandingslocaties voor elektrische aanlanding die niet meegenomen zijn, liggen in de buurt van locaties die wel meegenomen zijn. Zo liggen Velsen en Vijfhuizen in de buurt van Beverwijk, ligt Moerdijk vlakbij Geertruidenberg en liggen Bleiswijk, Simonshaven en Europoort in de buurt van de Maasvlakte. Als een deel van de aanlanding verplaatst wordt naar een nabijgelegen locatie (bijvoorbeeld van Maasvlakte naar Simonshaven), dan heeft dit lokaal een effect op de aanlandingslocatie. Daarnaast kan er een effect zijn op de belasting van de 380kV-verbinding tussen de alternatieve aanlandingslocatie en de aanlandingslocatie die wel is meegenomen. Maar het is de verwachting dat de belasting op deze verbindingen alleen maar minder wordt bij de keuze voor een van de nabijgelegen aanlandingslocaties die niet zijn meegenomen. De reden is dat deze verder landinwaarts liggen en de grootste knelpunten worden veroorzaakt door transport van windstroom vanaf de aanlanding naar het binnenland. Dit betekent dat deze verandering in ieder geval geen extra ruimtebeslag voor het hoogspanningsnet oplevert. Aanlanding bij een van de bovenstaande alternatieve aanlandingslocaties in plaats van een nabijgelegen locatie die al gebruikt wordt heeft weinig effect op de rest van het hoogspanningsnet. Als er extra aanlanding op een van deze locaties komt in plaats van een locatie verder weg (bijvoorbeeld extra aanlanding in Moerdijk in plaats van Maasvlakte), dan heeft dit wel een effect op een aanzienlijk deel van het hoogspanningsnet.

Conclusie

Het is de verwachting dat de totale vermogens die aanlanden per aanlandingslocatie voldoende onder-vangen zijn met de bandbreedte van de scenario's. Daarmee is het mogelijke ruimtebeslag dat op deze locaties afkomt, ondervangen.

Er zijn enkele kansrijke locaties voor elektrische aanlanding die niet zijn meegenomen. Aanlanding op deze locaties heeft vooral ruimtelijke consequenties op de aanlandingslocaties zelf, de effecten verderop in het hoogspanningsnet zijn wel al meegenomen in de IEA.

Daarnaast heeft aanlanding op de locaties die niet zijn meegenomen consequenties op de 380kV-verbinding tussen de alternatieve aanlandingslocatie en de aanlandingslocatie die wel zijn meegenomen. Maar de verwachting is dat dit geen extra ruimtebeslag oplevert. De locatie van elektrische aanlanding heeft naar verwachting geen groot effect op de 380kV-verbindingen, aangezien de aanlandingslocaties vlakbij aanlandingslocaties liggen die wel zijn meegenomen. Een uitzondering hiervoor in aanlanding van windenergie op zee in Noord-Brabant. Het kan effect hebben op de benodigde 380kV-verbindingen als forse hoeveelheden windenergie op zee aanlanden in Moerdijk en/of Geertruidenberg. Daarom is het goed om naar deze specifieke aanlandingslocaties te kijken in een gevoeligheidsanalyses.

2.2.2 Aanlanding waterstof

Wat wordt op dit punt meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's?

Er is bij de gebruikte scenario's onderscheid gemaakt tussen windenergie op zee bedoeld voor de reguliere energievoorziening (29-52 GW in de scenario's) en windenergie op zee specifiek bedoeld voor de productie van synthetische brandstoffen (11-20 GW in de scenario's). Hieronder is omschreven hoe voor deze soorten de aanlanding van windenergie in de vorm van waterstof is meegenomen.

Windenergie voor invullen waterstofvraag (exclusief synthetische brandstoffen)

Energetisch

Voor de windenergie die gebruikt wordt voor de reguliere energievoorziening is voor de modellering aangenomen dat dit allemaal elektrisch aanlandt (zie Tabel 2-2 voor verdeling vermogens over aanlandingslocaties). Echter, bij bijna alle scenario's is aangenomen dat elektrolyzers geplaatst worden bij de aanlandingslocaties (met uitzondering van het scenario Sterke Knopen Europese Sturing). Voor de energie-infrastructuur landinwaarts maakt het voor een eerste benadering niet uit of de windstroom op zee of bij het aanlandingspunt omgezet wordt in waterstof. Het effect is met name op de aanlandingslocatie zelf. Verder wordt met deze aannames de facto in het midden gelaten welk deel van de windenergie aanlandt in de vorm van moleculen.

Tabel 2-2 - Vermogen van aanlanding windenergie op zee per aanlandingslocatie

Aanlandingslocatie	Nederland Energie land – Regionale Sturing	Nederland Energie land – Nationale Sturing	Nederland Energie land – Europese Sturing	Nederland Energie land – Internationale Sturing	Sterke Knopen – Nationale Sturing	Sterke Knopen – Europese Sturing	Zeere Sterke Knopen – Kernenergie
Beverwijk	3,1 GW	5,2 GW	3,0 GW	2,8 GW	5,2 GW	3,0 GW	3,0 GW
Middenmeer	9,3 GW	15,6 GW	9,0 GW	8,4 GW	0 GW	0 GW	0 GW
Den Helder	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	9,2 GW	2,0 GW	2,0 GW
Maasvlakte	10,9 GW	18,2 GW	10,5 GW	9,8 GW	10,2 GW	7,5 GW	7,5 GW
Eemshaven	4,7 GW	7,8 GW	4,5 GW	4,2 GW	7,8 GW	10,0 GW	10,0 GW
Borssele/Sloegebied	1,6 GW	2,6 GW	1,5 GW	1,4 GW	5,6 GW	7,5 GW	7,5 GW
Terneuzen	1,6 GW	2,6 GW	1,5 GW	1,4 GW	0 GW	0 GW	0 GW
Geertruidenberg	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	2,0 GW	0 GW	0 GW
Diemen	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	6,0 GW	0 GW	0 GW
Maasbracht	0 GW	0 GW	0 GW	0 GW	6,0 GW	0 GW	0 GW

Ruimtelijk

Zoals eerder gezegd maakt het op de aanlandingslocatie zelf wel uit of de windenergie aanlandt in de vorm van moleculen of dat de windenergie aanlandt in de vorm van elektronen en op de aanlandingslocatie omgezet worden in moleculen.

Bij aanlanding in de vorm van moleculen is een werklocatie met een gasmeetinstallatie nodig op de aanlandingslocatie. Daarnaast is een buisleiding nodig tussen de aanlandingslocatie en het net van Gasunie. Het totale ruimtebeslag is 4,5 ha bij een transportcapaciteit van 12 GWe (gebaseerd op voorverkenning VAWOZ).

Bij aanlanding in de vorm van elektronen en omzetting naar moleculen op land zijn elektrolyzers op land nodig. Daarnaast zijn er extra velden op hoogspanningsstations en een convertorstation nodig op de aanlandingslocatie. Ook hier is een buisleiding nodig tussen de aanlandingslocatie en het net van Gasunie. Het totale ruimtebeslag is bij deze configuratie groter.

Bij de ruimtelijke analyses in deze IEA wordt uitgegaan van elektrische aanlanding en omzetting op land. Dit betekent dat uitgegaan wordt van de bovengrens van het ruimtebeslag bij de aanlandingslocaties.

*Windenergie synthetische brandstoffen***Energetisch**

In de meeste gebruikte scenario's is aangenomen dat de productie van synthetische brandstoffen via private ketens loopt, conform de aannames van II3050. Dit betekent dat dit geen impact heeft op de publieke energie-infrastructuur.

Alleen in het scenario Sterke Knopen Nationale Sturing is aangenomen dat dit via publieke infrastructuur loopt. In dit scenario wordt 20,5 GW windenergie voor de productie van synthetische brandstoffen gebruikt. Hiervan landt 17,5 GW aan in de vorm van waterstof (grondstof synthetische brandstoffen) en 3 GW in de vorm van elektronen (voor Direct Air Capture). De aanname is dat 50% van de aanlanding van waterstof bij de Eemshaven plaatsvindt en 50% bij Den Helder, aangezien dit geschikte locaties zijn vanwege bestaande buisleidingen onder de zee en op land.

Ruimtelijk

Op de aanlandingslocaties Eemshaven en Den Helder is in de analyses in deze IEA niet de ruimte meegenomen voor de aanlanding in de vorm van waterstof. Echter, de ruimte vraag voor aanlanding waterstof vervangt de ruimte vraag die ontstaat bij aanlanding met elektriciteit. De ruimte vraag voor aanlanding waterstof is altijd kleiner dan bij aanlanding met elektriciteit omdat er geen infrastructuur nodig is om het netwerk te balanceren. Er zijn geen elektrolyzers nodig (aanwezig op zee) en batterijen om het elektriciteitsnet te balanceren zijn ook niet nodig, geproduceerde waterstof kan direct via het waterstofnetwerk verder worden getransporteerd voor direct gebruik of opslag elders. De locatie van aanlanding van waterstof heeft geen effect op energie-infrastructuur landinwaarts, aangezien het waterstofnetwerk naar verwachting overal voldoende capaciteit heeft.

Wat wordt niet meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's?

Alleen de aanlandingslocaties op bovenstaande locaties zijn meegenomen. En per locatie is een maximaal vermogen meegenomen.

Verwacht wordt dat de bandbreedte aan vermogens per aanlandingslocatie voldoende is om het toekomstige speelveld te beslaan, aangezien er gevarieerd is in de verdeling over de aanlandingslocaties. Zeker met de extra aanlanding van waterstof bij de Eemshaven en Den Helder voor de productie van synthetische brandstoffen die is meenemen in het scenario Sterke Knopen Nationale Sturing. Ook de totale bandbreedte aan aanlanding van waterstof is voldoende aangezien in de scenario's tot 50 GW aan elektrolyzers bij aanlandingslocaties geplaatst worden.

Het is echter mogelijk dat er geschikte locaties zijn voor aanlanding van windenergie in de vorm van waterstof die niet meegenomen zijn. De keuze voor de aanlandingslocaties is namelijk voornamelijk gericht geweest op geschikte locaties voor elektrische aanlanding.

In de voorverkenning VAWOZ 2031-2040 worden enkele kansrijke locaties genoemd voor de aanlanding van waterstof die niet meegenomen zijn:

- Velsen (Beverwijk is wel meegenomen);
- Europoort (wordt ook genoemd voor elektrische aanlanding);
- Monster;
- Simonshaven (wordt ook genoemd voor elektrische aanlanding);
- Moerdijk.

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

Als waterstof aanlandt bij een van bovenstaande locaties dan is daar op de aanlandingslocatie ruimte nodig voor een werklocatie met meetinstallatie (max 4,5 ha). Daarnaast is een aansluitleiding nodig van de aanlandingslocatie naar het waterstofnetwerk. De locatie van aanlanding van waterstof heeft geen effect op energie-infrastructuur landinwaarts, aangezien het waterstofnetwerk op alle locaties naar verwachting voldoende capaciteit heeft.

Conclusie

Ruimtelijk gezien zijn de in de scenario's meegenomen aanlandingslocaties de bovengrens van de benodigde ruimte voor aanlanding meegenomen (aanlanding elektronen, conversie op land). Het is de verwachting dat zo de totale vermogens die aanlanden per aanlandingslocaties voldoende ondervangen zijn met de bandbreedte van de scenario's.

Er zijn enkele kansrijke locaties voor aanlanding van waterstof die niet zijn meegenomen. Aanlanding op deze locaties heeft lokaal beperkte ruimtelijke consequenties, maar heeft geen effect op de rest van de energie-infrastructuur.

2.2.3 Algemene conclusies

Er wordt verwacht dat met de bovengrens van het mogelijke ruimtebeslag op de meegenomen aanlandingslocaties de effecten goed in beeld zijn. Onder de meegenomen aanlandingslocaties vallen ook de Barro-locaties waar meervoudige ruimtelijke opgaves vanuit het energiesysteem landen, zoals Borssele/Sloegebied, Maasvlakte en Eemshaven.

Er zijn enkele potentieel kansrijke aanlandingslocaties die niet zijn meegenomen, zowel voor elektrische aanlanding als aanlanding in de vorm van waterstof. Maar als er voor die locaties gekozen wordt, heeft dit vooral implicaties op lokaal niveau, op de ruimte die nodig is op en nabij de aanlandingslocaties. De aanlandingslocaties die niet meegenomen zijn in de IEA zijn geen cruciale punten vanuit het nationale energiesysteem, zoals de Barro-locaties dit wel zijn. Daarnaast heeft aanlanding op die andere locaties in bijna alle gevallen geen impact op de rest van de hoofdstructuur. Daarom is de relevantie voor het PEH beperkt en is een gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk. Wel is het belangrijk om op lokaal niveau aandacht te hebben voor deze mogelijke ontwikkelingen.

Aanlanding in Noord-Brabant, bij Moerdijk en Geertruidenberg, is een uitzondering hierop. Dit zijn beiden Barro-locaties en daarmee belangrijke locaties vanuit het nationale energiesysteem. Daarnaast kan aanlanding van windenergie op zee in Moerdijk en Geertruidenberg impact hebben op de overige hoofdinfrastructuur, zoals 380kV-verbindingen. Daarom wordt hier wel specifiek naar gekeken in een gevoeligheidsanalyse.

2.3 RES 1.0

Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?

In de RES 1.0 worden plannen gemaakt voor grootschalige hernieuwbare opwek op land tot 2030.

In totaal hebben de RES-regio's een gezamenlijke opgave van 35 TWh. De RES-regio's hebben zoekgebieden vastgelegd voor de invulling van deze opgave. Het totale bod van alle RES-regio's in de RES 1.0 was 55 TWh.

Wat is meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

Het volledige bod van de RES 1.0 (55 TWh) is meegenomen als startpunt bij twee van de drie extra scenario's die de netbeheerders doorgerekend hebben voor de IEA/het PEH (niet in het scenario met kernenergie). Er is voor deze scenario's aangenomen dat alle plannen van de RES 1.0 gerealiseerd worden.

Wat is niet meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

Naast de drie extra scenario's, is voor deze IEA/het PEH gebruikgemaakt van de vier oorspronkelijke scenario's uit de integrale infrastructuurverkenning II3050. Deze scenario's zijn opgesteld voordat de plannen van de RES 1.0 bekend waren, waardoor deze plannen niet meegenomen zijn. Daardoor stoken de opweklocaties op land bij deze scenario's niet altijd met de plannen uit de RES 1.0.

Wat is de invloed op de IEA resultaten?

De resultaten van de infrastructuurdoorrekening van de vier oorspronkelijke II3050-scenario's worden beïnvloed door de aannames die niet overeenkomen met de plannen vanuit de RES 1.0. Dit heeft impact op de belasting van het hoogspanningsnet en dan met name van de 110kV- en 150kV-netten. Het aantal knelpunten op deze spanningsniveaus is echter beperkt waardoor de impact van de achterhaalde aannames ook beperkt is.

Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

Doordat de plannen van de RES 1.0 meegenomen wordt in twee nieuwe PEH-scenario's, is te zien wat de impact is op de benodigde energie-infrastructuur en de noodzakelijke ruimte. Daarom is er voldoende input voor de afwegingsfase en is geen gevoeligheidsanalyse noodzakelijk.

2.4 CES 2.0

In de CES 2.0 zijn de plannen van de industrieclusters vastgelegd. Op basis van die plannen worden prognoses gemaakt wat de energievraag wordt per energiedrager en welke infrastructuur noodzakelijk is.

De plannen van de CES zijn in geen enkel scenario expliciet meegenomen. De scenario's voor 2050 zouden de uithoeken van het toekomstige energiesysteem moeten omvatten, wat betekent dat ook de plannen van de CES'en binnen dit speelveld zouden moeten passen. Of dit ook daadwerkelijk het geval is, wordt hieronder beschouwd. Daarnaast wordt bekeken of de noodzakelijke infrastructuuruitbreidingen die benoemd wordt in de CES'en ook terugkomen in de analyses in deze IEA. Dit gebeurt per industriecluster.

Hieronder volgt een tabel met de belangrijkste bevindingen per cluster. De uitgebreide uitwerking van de verschillenanalyse van de CES 2.0 is te vinden in bijlage A.

Cluster	Conclusie
Rotterdam-Moerdijk	Er zijn geen cijfers over ontwikkeling vraag en aanbod van energie tot 2050 vanuit de CES. Dus er kan niet gecheckt worden of de aannames overeenkomen met de scenario's die zijn gehanteerd voor de IEA/PEH. De infrastructuurprojecten in de CES komen allemaal terug in de analyses in de IEA/PEH. Dit betekent dat er geen mogelijkheid is voor een gevoeligheidsanalyse
Schelde-Deltaregio (SDR)	Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in het cluster SDR. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een fors lagere elektriciteitsvraag. De hogere elektriciteitsvraag heeft effect op de knelpunten die ontstaan door een combinatie van aanlanding windenergie op zee en kern-energie (deze worden mogelijk minder groot). Daarnaast benoemen ze in de CES dat er

Cluster	Conclusie
	forse potentie is voor waterstofimport in de SDR. Dit is niet meegenomen in de IEA. In de gevoeligheidsanalyse moet bekeken worden wat de implicaties hiervan zijn.
Noord-Nederland	Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in het cluster Noord-Nederland. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een lagere elektriciteitsvraag, met name van datacenters. Het is onduidelijk wat de effecten zijn op de elektriciteitsinfrastructuur. Daarnaast heeft de hogere elektriciteitsvraag effect op de hoeveelheid windenergie op zee die kan aanlanden in Noord-Nederland. In de gevoeligheidsanalyse moet bekeken worden wat de implicaties hiervan zijn. Er zijn geen significante verschillen voor andere soorten energie-infrastructuur.
Chemelot	Er zijn wat verschillen in de aannames tussen de CES Chemelot en de voor IEA/PEH gebruikte scenario's. Maar dit heeft vermoedelijk geen effect op de benodigde ruimte voor nieuwe energie-infrastructuur. Er is dus geen verdere gevoeligheidsanalyse nodig.
Noordzeekanaalgebied	Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar waterstof en elektriciteit in het NZKG. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een lagere elektriciteitsvraag en waterstofvraag. Dit heeft naar verwachting geen impact op het elektriciteitsnet, maar wel op de waterstofinfrastructuur. Daarnaast kan dit effect hebben op de hoeveelheid windenergie op zee die kan aanlanden in Noord-Holland. In de gevoeligheidsanalyse moet bekeken worden wat de implicaties hiervan zijn.

2.5 Verhoging CO₂-reductiedoelstelling 2030 naar 60%

Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?

In het regeerakkoord heeft het kabinet vastgelegd dat ze de CO₂-reductie doelstelling voor 2030 verhogen naar 60%². Het is nog niet duidelijk hoe deze doelstelling behaald moet gaan worden en wat de effecten zijn op de energievraag, hernieuwbare energieproductie en benodigde energie-infrastructuur.

Wat is meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

Voor 2030 is de analyse gebaseerd op de investeringsplannen van de netbeheerders. Voor gas is daarnaast uitgegaan van de ontwikkeling van het waterstofnetwerk voor 2030.

Wat is niet meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

Het is niet mogelijk om te bepalen welke CO₂-reductie behaald wordt bij de scenario's van de netbeheerders. Er worden namelijk alleen aannames gemaakt rondom vraag/aanbod van elektriciteit. Voor andere manieren van CO₂-reductie, zoals bijvoorbeeld toepassing van CCS, worden geen aannames gemaakt. Daarom is het niet te zeggen of dit scenario in lijn is met de hogere doelstelling.

Het is ook nog onduidelijk of er meer waterstofinfrastructuur of overige buisleidingen nodig zijn voor 2030 dan nu is voorzien.

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

Het kan zijn dat de verhoogde doelstelling ervoor zorgt dat er in 2030 meer nieuwe energie-infrastructuur nodig is dan in de voor deze IEA gebruikte 2030 scenario's is voorzien. Dit is het geval als de verhoogde CO₂-reductiedoelstelling leidt tot een hogere elektriciteitsvraag en meer hernieuwbare opwek dan aangenomen is in het Nationale Drijfveer-scenario van het IP2022. Ook kan het zijn dat er nog meer ontwikkelingen zijn op het gebied van waterstofinfrastructuur of overige buisleidingen.

² [Klimaatbeleid Rijksoverheid](#)

Het is de verwachting dat alle ontwikkelingen door de hogere doelstelling voor 2030 binnen de band-breedte voor 2050 vallen. Maar het kan zo zijn dat sommige ruimte voor nieuwe energie-infrastructuur eerder noodzakelijk is.

Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

Vanwege de onzekerheid van de uitwerking van de verhoogde doelstelling is het niet mogelijk om te bepalen wat de effecten zijn op de resultaten. Daarnaast wordt verwacht dat een groot gedeelte van de extra CO₂-reductie al voortkomt uit VAWOZ, RES en CES. Die trajecten worden al meegenomen. Daarom wordt voor dit specifieke punt geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

2.6 MIEK-projecten

Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?

In het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK) zijn projecten vastgelegd van nationaal belang die bijdragen aan klimaattransitie en het verdienvermogen van Nederland stimuleren. Het doel hiervan is om deze projecten te versnellen door middel van meer regie en het wegnemen van knelpunten in de besluitvorming.

In het MIEK zijn de volgende projecten vastgelegd³:

- Verzwaring elektriciteitsnet Noordzeekanaalgebied;
- Verzwaring elektriciteitsnet Chemelot;
- Verzwaring elektriciteitsnet Noord-Nederland/Delfzijl-Eemshaven;
- Verzwaring elektriciteitsnet Rotterdam-Moerdijk;
- Verzwaring elektriciteitsnet Zeeland/Schelde-Deltaregio;
- Landelijke waterstofinfrastructuur;
- Delta Rhine Corridor;
- Carbon Connect Delta;
- Porthos.

Hoe zijn de MIEK-projecten meegenomen in de IEA-analyses?

In de volgende tabel staat hoe de bovenstaande projecten meegenomen worden in de IEA-analyses.

MIEK-project	Hoe is het meegenomen?
Verzwaring elektriciteitsnet Noordzeekanaalgebied	Grotendeels opgenomen in IP2022 van TenneT, dus zijn meegenomen bij analyses 2030 en als robuuste ontwikkeling richting 2050. Alleen additionele aanlanding windenergie op zee na 2030 zit niet in IP2022 van TenneT, dit is meegenomen bij de structuurkeuzes aanlanding windenergie op zee aan de kust.
Verzwaring elektriciteitsnet Chemelot	Opgenomen in IP2022 van TenneT, dus meegenomen in analyses 2030 en als robuuste ontwikkeling richting 2050.
Verzwaring elektriciteitsnet Noord-Nederland/Delfzijl-Eemshaven	Grotendeels opgenomen in IP2022 van TenneT, dus meegenomen bij analyses 2030 en als robuuste ontwikkeling richting 2050. Nieuwe hoogspanningsstations in Eemshaven en Delfzijl (Weiwerd) zitten nog niet in IP2022. Ze volgen als robuuste knelpunten voor 2050 uit de IEA-analyses en zijn dus meegenomen.

³ <https://open.overheid.nl/repository/ronl-e96fcc00-2650-4065-84e7-a4a5a2350bbf/1/pdf/meerjarenprogramma-infrastructuur-energie-en-klimaat.pdf>

MIEK-project	Hoe is het meegenomen?
Verzwarend elektriciteitsnet Rotterdam-Moerdijk	Grotendeels opgenomen in IP2022 van TenneT, dus is meegenomen bij analyses 2030 en als robuuste ontwikkeling richting 2050. Nieuw 380kV-station Moerdijk zit nog niet in IP2020 en volgt niet uit IEA-analyses. Dus hiervoor is een gevoeligheidsanalyse nodig.
Verzwarend elektriciteitsnet Zeeland/Schelde-Deltaregio	Doortrekken 380 kV naar Zeeuws-Vlaanderen zit al in IP2022 van TenneT, dus nemen is meegenomen bij analyses 2030 en als robuuste ontwikkeling richting 2050. Nieuw 380kV-station bij Borssele/Sloegebied is nog niet opgenomen in IP2022 van TenneT. Het volgt als robuuste knelpunt voor 2050 uit de IEA-analyses en is dus meegenomen.
Landelijke waterstofinfrastructuur	Landelijke waterstofnetwerk is meegenomen in investeringsplan van Gasunie. Dus is meegenomen in IEA-analyses 2030 en als robuuste ontwikkeling richting 2050. Opslaginfrastructuur Zuidwending volgt als robuuste knelpunt voor 2050 in de IEA-analyses en is dus meegenomen. De regionale waterstofnetwerken zijn in deze IEA beschouwd als regionaal project aangezien dit geheel binnen het cluster valt. Dit behoort niet tot de scope en is het niet meegenomen in deze IEA/PEH.
Delta Rhine Corridor	Buisleidingen Delta Rhine Corridor is meegenomen in de IEA-analyses 2050. Sommige als robuuste ontwikkeling, andere bij de structuurkeuze 'faciliteren doorvoer grondstoffen naar buitenland'. Gelijktroomverbinding tussen Rotterdam en Chemelot wordt bekeken bij structuurkeuze diepe aanlanding.
Carbon Connect Delta	Er zit in de huidige plannen geen bovenregionale infracomponent, dus dit is voor deze IEA beschouwd als regionaal project en niet meegenomen. Er is wel meegenomen dat er na 2030 een bovenregionale buisleiding komt tussen Zeeland en Rotterdam voor transport van CO ₂ . Dit is meegenomen als een robuuste ontwikkeling richting 2050.
Porthos	Porthos is beschouwd als een regionaal project aangezien dit geheel binnen het cluster valt. Dit behoort niet tot de scope en is het niet meegenomen in deze IEA/PEH.

Wat is niet meegenomen in de IEA-analyses?

Alleen het 380kV-station bij Moerdijk is vooralsnog niet meegenomen in de IEA-analyse.

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

De benodigde ruimte voor een 380kV-station Moerdijk wordt niet meegenomen in de IEA. Daarom wordt het totale ruimtebeslag van het energiesysteem in Moerdijk onderschat.

Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

Aangezien het om één 380kV-station gaat, is er geen gevoeligheidsanalyse nodig. Dit station heeft namelijk ook weinig impact op de rest van het netwerk. Maar de effecten voor de benodigde ruimte voor het station bij Moerdijk worden wel bekeken in gevoeligheidsanalyse.

2.7 Routekaart elektrificatie industrie

Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?

De routekaart elektrificatie industrie schetst het potentieel voor elektrificatie in de industrie en geeft aan welk deel van de huidige fossiele vraag van de industrie in de toekomst realistisch gezien kan worden ingevuld met elektriciteit in 2030 en 2050. Het potentieel voor industriële elektrificatie is volgens de routekaart 30 tot 80 TWh in 2030 en 80 tot 130 TWh in 2050.

Wat is meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

Voor de analyses van 2050 is uitgegaan van de scenario's van II3050. Aan de vraagzijde van de scenario's is niets gewijzigd, ook niet in de extra scenario's die opgesteld zijn voor deze IEA/het PEH. De elektriciteitsvraag van de industrie in de II3050-scenario's zit in de range 237-382 PJ (65-106 TWh).

De analyses van 2030 zijn gebaseerd op de scenario's van het IP2022. Het investeringsplan gaat uit van maximaal 1 GW extra vraag basislast, 3,8 GW extra vraag flexibele power-to-heat en 5 GW flexibele vraag van elektrolyzers (scenario Nationale Drijfveer). Dat komt overeen met ongeveer 38 TWh⁴.

In de systeemontwikkeling maximale elektrificatie worden (kwalitatief) de implicaties van maximale elektrificatie, ook van de industrie, besproken.

Wat is niet meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

De bovengrens van het technische potentieel voor 2050 ligt boven de bandbreedte die is gehanteerd in de voor deze IEA gebruikte scenario's. In de routekaart is echter al aangegeven dat bij deze bovengrens alle processen die kunnen elektrificeren ook daadwerkelijk zullen elektrificeren, terwijl in sommige gevallen voor concurrerende verduurzamingsopties (groengas, CCS) gekozen zal worden. De 80 TWh wordt ingeschat als meer realistisch potentieel dan de bovengrens van 130 TWh.

De bovengrens van het technische potentieel voor 2030 ligt ook boven de bovengrens van het voor 2030 scenario gehanteerde scenario. De inschatting gaat echter uit van volledige elektrificatie van de lage-temperatuurwarmtevraag en van vollast inzet van elektrische boilers. Het is aannemelijker dat elektrische boilers flexibel ingezet gaan worden, zo'n 3.000 uur per jaar. Dan ligt het haalbaar potentieel rond de 30 TWh.

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

Een hogere elektriciteitsvraag van de industrie kan leiden tot extra behoefte aan infrastructuur, maar dit is niet per se het geval. En mogelijk leidt het tot extra ruimtevraag binnen de industrieclusters doordat extra stations nodig zijn.

Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

Een gevoeligheidsanalyse is niet noodzakelijk. De bovengrens van het potentieel van industriële elektrificatie uit de routekaart ligt hoger dan de bovengrens van de aannames in deze IEA, zowel voor 2030 en 2050. Maar in de routekaart zelf wordt al benoemd dat die bovengrens niet erg aannemelijk is. Daarnaast worden in deze IEA voor 2050 al de gevolgen van maximale elektrificatie in kaart gebracht in een systeemontwikkeling en worden de effecten van extra elektriciteitsvraag van de industrie ook al ingeschat bij de gevoeligheidsanalyse van de CES 1.0.

⁴ Uitgaande van 8.760 draaiuren basislast, 3.000 draaiuren van flexibele power-to-heat en 3.500 draaiuren van elektrolyzers. Dit is conform aannames Scenario hoog Stuurgroep Extra Opgave.

2.8 Vollaasturen windturbines

Wat zijn concrete plannen/verwachtingen voor dit onderwerp?

Het is de verwachting dat de vollaasturen van windturbines op land en windturbines op zee zullen toenemen naar de toekomst. Op dit moment ligt het aantal vollaasturen voor windturbines op land tussen de 2.670 en 4.050 (afhankelijk van categorie windsnelheid)⁵. En in de toekomst wordt dit vermoedelijk nog meer.

Wat is meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

Bij het opstellen van de scenario's van II3050 is uitgegaan van 3.000 vollaasturen voor wind op land en 4.500 vollaasturen voor windenergie op zee. Voor de doorrekening van de netbeheerders is uitgegaan van een extreem weerjaar met weinig productie van hernieuwbare bronnen (weerjaar 1987). Hier is gerekend met 3.735 vollaasturen voor windenergie op zee en 2.270 vollaasturen voor wind op land.

Wat is niet meegenomen in de voor deze IEA gebruikte scenario's?

In de voor deze IEA gebruikte scenario's worden windturbines op land geclusterd op locaties met veel wind. Daardoor zouden deze windturbines meer dan 3.500 vollaasturen moeten hebben. Maar in de scenario's wordt uitgegaan van 3.000 vollaasturen. Ook voor windenergie op zee liggen de vollaasturen naar verwachting aan de lage kant.

Wat is de invloed op de IEA-resultaten?

Als windturbines meer vollaasturen hebben, wordt meer energie geproduceerd met hetzelfde vermogen. Daardoor is mogelijk minder vermogen aan hernieuwbare opwek noodzakelijk. Dit kan ook effecten hebben op de benodigde elektriciteitsinfrastructuur en de benodigde ruimte voor bijvoorbeeld batterijen.

Is een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk?

Ja. Het hogere aantal vollaasturen is in geen enkel scenario meegenomen. Het is goed om de impact daarvan op de IEA-resultaten te onderzoeken.

2.9 Nieuwe versie II3050

Momenteel wordt gewerkt aan een nieuwe iteratie van de II3050-scenario's. De nieuwe scenario's wijken mogelijk af van de scenario's die gehanteerd zijn voor deze IEA/PEH. Hieronder zijn de belangrijkste verschillen geded. Hierbij moet worden opgemerkt dat nog niet alle gegevens van de nieuwe II3050 beschikbaar zijn (bijvoorbeeld inzet van flex en regionalisaties). Daarom is het niet mogelijk om alle verschillen optimaal te duiden.

2.9.1 Belangrijkste verschillen bij nieuwe scenario's

Hieronder worden de kerncijfers van de nieuwe II3050-scenario's vergeleken met de cijfers van de scenario's die voor de IEA van het PEH gebruikt zijn (1^e versie II3050-scenario, plus extra scenario kernenergie). Van belang is hier alleen of de elektriciteitsvraag binnen de bandbreedte valt van de scenario's van de IEA van het PEH, niet of de exacte scenario's overeen komen.

Energievraag industrie

Tabel 2-3 geeft de bandbreedte van de energievraag van verschillende energiedragers in de industrie, voor de PEH-scenario's en de nieuwe versie van II3050.

Tabel 2-3 - Vergelijking energievraag industrie

	PEH-scenario's	II3050-versie 2
Elektriciteitsvraag	65-102 TWh	72-140 TWh
Waterstofvraag	31-123 TWh	29-95 TWh
Methaanvraag	2-31 TWh	2-31 TWh

Duiding

Het grootste verschil zit in de elektriciteitsvraag van de industrie. Van belang is hier alleen of de elektriciteitsvraag binnen de bandbreedte valt van de scenario's van het PEH, niet of de exacte scenario's overeen komen. De bovengrens van de bandbreedte van de elektriciteitsvraag van de industrie is bij de nieuwe scenario's hoger dan de bovengrens van de bandbreedte van de voor deze IEA/PEH gebruikte scenario's: 140 TWh bij de nieuwe scenario's tegenover 102 TWh bij de eerdere scenario's.

Dit heeft twee mogelijke oorzaken:

- **Hogere energievraag industrie vanuit clusters.** In de oude scenario's lag de energievraag in de industrieclusters een stuk lager dan de verwachtingen van de industrie zelf in de CES (zie ook paragraaf 2.4). In de nieuwe scenario's worden deze hogere inschatting voor de energievraag in de industrieclusters vermoedelijk beter meegenomen. Er wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de hogere energievraag vanuit de CES. Daarmee is dit verschil naar verwachting voldoende ondervangen.
- **Energievraag synthetische brandstoffen.** In de nieuwe scenario's wordt bij de energievraag van de industrie ook (deels) energievraag voor de productie van synthetische brandstoffen meegenomen. In de IEA-analyses is de energievraag van de synthetische brandstoffen en de impact daarvan op de energie-infrastructuur meegenomen in het scenario Sterke Knopen Nationale Sturing en wordt dit behandeld in een structuurkeuze. Dit verschil wordt dus ook al ondervangen.

Conclusie

Het verschil in de elektriciteitsvraag komt deels door een hogere prognoses voor de energievraag in de industrieclusters, maar dit wordt al ondervangen in een gevoeligheidsanalyse voor de CES. Daarnaast wordt in de nieuwe scenario's ook energievraag voor productie van synthetische brandstoffen meegenomen, maar dit wordt in de analyses van de IEA al ondervangen. Dit betekent dat er geen noodzaak is voor een gevoeligheidsanalyse.

Energievraag totaal

Tabel 2-4 geeft de bandbreedte van de totale energievraag van verschillende energiedragers, voor de PEH-scenario's en de nieuwe versie van II3050.

Tabel 2-4 - Vergelijking energievraag totaal

	PEH-scenario's	II3050-versie 2
Elektriciteitsvraag (exclusief power-to-x)	192-240 TWh	218-292 TWh
Waterstofvraag (exclusief waterstofcentrales)	34-137 TWh	60-134 TWh

Duiding

Bij de nieuwe II3050-scenario's ligt de bovengrens van de totale elektriciteitsvraag hoger dan in de oude II3050-scenario's, maar dit verschil wordt grotendeels veroorzaakt door het verschil in de energievraag van de industrie. In de overige sectoren is het verschil beperkt.

⁵ [SDE++ 2021](#)

Conclusie

De verschillen worden voldoende ondervangen in de gevoeligheidsanalyse voor de CES, dus er is geen reden voor een gevoeligheidsanalyse.

Niet-regelbare productie energie

Tabel 2-5 geeft de bandbreedte van opgestelde vermogens van verschillende bronnen van niet-regelbare energieproductie, voor de PEH-scenario's en de nieuwe versie van II3050.

Tabel 2-5 - Vergelijking vermogens niet-regelbare opwek

	PEH-scenario's	II3050-versie 2
Windenergie op zee (elektrische aanlanding)	28-52 GW	37-52 GW
Windenergie op zee (aanlanding waterstof)	10-20 GW	0-20 GW
Zon-pv	52-125 GW	100-183 GW
Wind op land	0-20 GW	10-20 GW
Kernenergie	0-8,3 GW	0-8 GW

Duiding

Bij energieaanbod lijken de verschillen mee te vallen. Er zit alleen een groot verschil bij zon-pv. In de nieuwe scenario's wordt uitgegaan van een stuk hoger vermogen. Echter, in de nieuwe scenario's wordt uitgegaan van het aansluiten van zon-pv op 50%, terwijl in de oude scenario's uitgegaan wordt van aansluiting op 67%. Dit betekent dat het totale piekvermogen dat ingevoerd wordt op het elektriciteitsnet ingevoerd wordt ongeveer gelijk is en daarmee de impact van dit verschil op de energie-infrastructuur beperkt is.

Conclusie

De impact op energie-infrastructuur vermoedelijk beperkt en er is geen reden voor een gevoeligheidsanalyse.

Inzet flexibiliteit

Tabel 2-6 geeft de bandbreedte van opgestelde vermogens van verschillende bronnen van flexibiliteit, voor de PEH-scenario's en de nieuwe versie van II3050. Hierbij moet vermeld worden dat het bij de nieuwe II3050-scenario's gaat om voorlopige cijfers.

Tabel 2-6 - Vergelijking vermogens flexibiliteit

	PEH-scenario's	II3050-versie 2
Regelbare centrales	28-36 GW	11-20 GW
Power-to-gas (alleen balancering, geen directe koppeling met WoZ)	16-51 GW	10-25 GW
Power-to-heat	2-3 GW	3-11 GW
Vraagsturing	Onbekend ⁶	3-10 GW
Batterijen	29-54 GW	39-70 GW
Opslag waterstof	10-47 TWh	14-29 TWh
Opslag methaan	14-55 TWh	1-13 TWh
Interconnectie elektriciteit	15-15 GW	19-29 GW

Bij de nieuwe versie van II3050 willen de netbeheerders een nieuwe modellering van de inzet van flexibiliteit gehanteerd en de aannames aangepast. In de nieuwe scenario's wordt uitgegaan van een grotere rol voor flexibele vraag (power-to-heat, vraagsturing) en interconnectie van elektriciteit. Daarnaast is een meer economische benadering toegepast bij het bepalen van de vermogens van verschillende

⁶ In de scenario's.

flexibiliteitsbronnen. Door deze wijzigingen zijn minder regelbare centrales nodig en worden ook minder elektrolyzers voorzien.

Naast de vermogens van flexibiliteitsbronnen verschilt naar verwachting ook de inzet van de flexibiliteitsbronnen (op welke uren worden deze bronnen ingezet). Het is nu nog niet duidelijk hoe de inzet van flexibiliteitsbronnen in de nieuwe scenario's precies uit gaat pakken en hoe dit gaat verschillen van de inzet in de PEH-scenario's.

Deze verschillen in de nieuwe versie van II3050 kunnen op twee manieren impact hebben op de uitkomsten van de IEA:

- **Benodigde ruimte voor flex.** Mogelijk wordt in de analyses in de IEA de benodigde ruimte voor de elektrolyzers en regelbare centrales overschat, maar vanuit ruimtelijk perspectief is het wenselijk om uit te gaan van de bovengrens. Zeker gezien de onzekerheid rondom de ontwikkeling van vraagsturing waar in de nieuwe II3050-scenario's vanuit gegaan wordt. Daarom is er voor dit punt momenteel geen noodzaak voor een gevoeligheidsanalyses.
- **Impact op benodigde ruimte voor nieuwe energie-infrastructuur.** De omvang en de inzet van flexibiliteitsbronnen kunnen hebben op de benodigde ruimte voor nieuwe energie-infrastructuur. Zo wordt bijvoorbeeld in de huidige scenario's een groot deel van de knelpunten door inzet van zon-pv op 110kV- en 150kV-infrastructuur voorkomen door inzet van batterijen, waardoor weinig uitbreidingen op deze spanningsniveaus nodig zijn. Of dat in de nieuwe scenario's ook het geval is, is niet duidelijk. Ook de andere vormen van flexibiliteitsbronnen hebben impact op de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur. Het is niet mogelijk om de impact van de verschillen in te schatten aangezien nog geen netimpact berekeningen gedaan zijn voor de nieuwe scenario's.

Conclusie

Het is nog niet duidelijk hoe de inzet van de flexibiliteitsbronnen gemodelleerd wordt. Daarnaast is het nog niet mogelijk om te bepalen wat de impact van de andere inzet van flexibiliteit gaat zijn de energie-infrastructuur. Daarom wordt dit niet meegenomen in een gevoeligheidsanalyse. Het wordt als onzekerheid benoemen in de IEA-analyses.

Regionalisaties

Bij de nieuwe versie van II3050 zijn verbeteringen van de regionalisatie van vraag en aanbod. Onder meer van vraag kleinschalige industrie, maar vermoedelijk ook van opwek (bijvoorbeeld meenemen plannen van de RES). Het effect van een andere regionalisatie van de vraag op de hoogspanningsinfra is vermoedelijk beperkt.

Voor opwek zijn in de nieuwe scenario's die opgesteld zijn voor de IEA (Sterke Knopen-scenario's) al nieuwe en verbeterde regionalisaties gemaakt, waarin de plannen van de RES en andere verdelingen van de aanlanding van windenergie op zee meegenomen zijn. Het is de verwachting dat daarmee deze zaken de grootste verschillen opleveren en dat de aanpassingen in de nieuwe II3050-scenario's daarmee al voldoende ondervangen zijn.

Conclusie

De impact op energie-infrastructuur is vermoedelijk beperkt en er is geen reden voor een gevoeligheidsanalyse.

2.9.2 Algemene conclusie

De verschillen in energievraag en aanbod tussen de nieuwe scenario's en de scenario's die gebruikt zijn in deze IEA, hebben vermoedelijk weinig impact op de hoofdinfrastructuur. De modellering van de inzet van flexibiliteitsbronnen kan mogelijk wel significante impact op de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur hebben, maar aangezien het nog niet duidelijk is hoe deze wijzigingen uit gaan pakken (en wat überhaupt gewijzigd wordt) wordt dit niet meegenomen in een gevoeligheidsanalyse.

2.10 Mogelijke reserveringen Gasunie

Gasunie heeft een aantal trajecten aangegeven waar mogelijk knelpunten kunnen optreden, die niet direct uit de scenario's volgen. Het gaat overwegend om nieuwe aansluitingen voor elektrolyzers en gas-centrales op door Gasunie geïdentificeerde aansluitpunten. De aansluitleidingen zijn korte leidingen (in de meeste gevallen minder dan 1,5 km) die de elektrolyzers en centrales met het waterstofnetwerk verbinden. Het gaat om de volgende trajecten:

Tabel 2-7 - Overzicht van mogelijke aansluitleidingen naar het hoofdtraject. SK staat voor Sterke Knopen, NE voor Nederland Energieland

Van	Naar	Oorzaak	Toelichting
Eemshaven	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij een grote omvang van clustering van elektrolyzers bij aanlanding windenergie op zee in de Eemshaven zoals bijvoorbeeld in SK Nationale Sturing.	Aansluiting elektrolyzers: een nieuwe korte leiding van de elektrolyzers bij de aanlandingslocatie naar het waterstofnetwerk.
Sloegebied	Vlissingen (aansluiting op RIB Zeeland)	SK Nationale Sturing, NE Nationale Sturing, NE Regionale Sturing, NE Internationale Sturing.	Aansluiting elektrolyzers Sloegebied: een nieuwe korte leiding die aansluit op een doorgaande leiding over Zuid-Beveland en Walcheren.
Middenmeer	Compressorstation Wieringermeer of station Oudelandertocht	Bij een grote omvang van clustering van elektrolyzers bij aanlanding van windenergie op zee in Middenmeer zoals in NE Nationale Sturing.	Aansluiting elektrolyzers: een nieuwe korte leiding van de elektrolyzers bij de aanlandingslocatie naar het waterstofnetwerk.
Den Helder	Balgzand, Julianadorp/ Callantsoog of Anna Paulowna	Bij een grote omvang van clustering van elektrolyzers bij aanlanding van windenergie op zee in Den Helder zoals in NE Nationale Sturing.	Aansluiting elektrolyzers: een nieuwe korte leiding van de elektrolyzers bij de aanlandingslocatie naar het waterstofnetwerk.
Simonshaven/ Botlek	M&R Vondelingenplaat of een industrie-GOS in de Botlek	Bij een omvangrijke aanlanding van windenergie op zee in de Simonshaven zoals in SK Nationale Sturing.	Aansluiting elektrolyzers: een nieuwe korte leiding van de elektrolyzers bij de aanlandingslocatie naar het waterstofnetwerk.
Maasbracht	GOS Clauscentrale	Bij een omvangrijk cluster aan elektrolyzers in Maasbracht, zoals in de structuurkeuze diepe aanlanding van windenergie op zee.	Een nieuwe leiding voor de aansluiting van elektrolyzers bij diepe aanlanding.

Van	Naar	Oorzaak	Toelichting
Terneuzen	Aansluiting Dow Terneuzen	Bij een omvangrijk cluster aan elektrolyzers, volgend op aanlanding van windenergie op zee in Terneuzen zoals in de structuurkeuze spreiding van aanlandingslocaties windenergie op zee (SK Europese Sturing).	Aansluiting elektrolyzers: een nieuwe leiding voor de aansluiting van elektrolyzers vanaf de aanlandingslocatie in Terneuzen naar Dow Terneuzen.
IJmond	Aansluiting op terrein Tata Steel of compressorstation Beverwijk	Bij een omvangrijk cluster aan elektrolyzers bij aanlanding van windenergie op zee in de IJmond. Aansluiting naar Tata Steel bij een grote vraag naar waterstof vanuit Tata Steel; of naar het compressorstation Beverwijk voor aansluiting op het hoofdnet.	Aansluiting elektrolyzers: een nieuwe leiding voor de aansluiting van elektrolyzers in de IJmond naar Tata Steel of naar het compressorstation Beverwijk.
Chemelot	M&R Sanderbout	Bij een omvangrijk cluster aan elektrolyzers bij Chemelot, als gevolg van aanlanding van windenergie op zee in Maasbracht zoals in de structuurkeuze diepe aanlanding van windenergie op zee.	Aansluiting nieuwe elektrolyzers bij diepe aanlanding.
Diemen	GOS Diemen-centrale	Bij een omvangrijk cluster aan elektrolyzers bij Diemen, als gevolg van aanlanding van windenergie op zee in Diemen zoals in de structuurkeuze diepe aanlanding van windenergie op zee.	Aansluiting nieuwe elektrolyzers bij diepe aanlanding.
Bergum	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij de plaatsing van een extra centrale naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting.
Maasbracht	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij de plaatsing van een extra centrale naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting.
Eemshaven	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij de plaatsing van meerdere extra centrales naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting.
Rotterdam/ Maasvlakte	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij de plaatsing van meerdere extra centrales naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting.
Slogebied	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij de plaatsing van een extra centrale naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting.
Diemen	Aansluiting op waterstofnetwerk	Bij de plaatsing van een extra centrale naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting.
Lelystad	Aansluiting op waterstofnetwerk bij Ommen	Bij de plaatsing van een extra centrale naast de huidige centrale is een extra leiding nodig.	Aansluiting energiecentrale: indien mogelijk parallel aan de aardgasaansluiting. De bestaande HTL-leiding ligt niet in een SVB-strook.

Voor aardgasbergingen gaat de IEA/het PEH uit van het gebruiken van de bestaande leidingen. Als gekozen wordt om waterstofopslag in lege gasvelden te onderzoeken, is in het de IEA/PEH aangenomen dat bij knelpunten in capaciteit de huidige leiding vervangen wordt in de leidingstrook. Gasunie geeft aan dat er toch mogelijk ruimte nodig is voor een nieuwe (zo mogelijk parallelle) leiding. Dit zijn vaak relatief kleine afstanden, maar omdat het om het landelijk waterstofnetwerk gaat is de aanname dat deze in gereserveerde buisleidingenstroken gerealiseerd kunnen worden. Tabel 2-8 geeft een overzicht van de trajecten:

Tabel 2-8 - Overzicht van mogelijke nieuwe aansluitleidingen van aardgasopslagen naar het hoofdtraject

Van	Naar	Toelichting
UGS Grijpskerk	Tripscompagnie	Een leiding ter vervanging van of parallel aan de huidige leiding. SVB-strook nabij Grijpskerk, korte leiding.
UGS Norg	Tripscompagnie	Een leiding ter vervanging van -of parallel aan- de huidige leiding, lengte ruim 20 kilometer.
PGI Alkmaar	SVB-strook nabij Alkmaar	Aansluiting opslag in bestaande aardgasopslagen: SVB-strook nabij Alkmaar, enkele kilometers.
UGS Bergermeer	SVB-strook nabij Alkmaar	Een leiding ter vervanging van -of parallel aan- de huidige leiding. SVB-strook nabij Alkmaar, enkele kilometers.
Oud-Beijerland-Zuid ⁷	Aansluiting op waterstofnetwerk Rotterdam (mogelijk Gasunie mengstation Pernis)	Mogelijk is een nieuwe aansluitleiding nodig vanaf het puttencluster van het veld naar het waterstofnetwerk Rotterdam. De afstand is 10 kilometer, met kruising van de Oude Maas.

Op twee plekken zijn mogelijk nieuwe compressorstations voor waterstof nodig die afwijken van de locaties van de huidige compressorstations voor aardgas. Dat komt omdat de stroomrichting van waterstof door het transportnet in de toekomst mogelijk anders is dan nu voor aardgas geldt. Tabel 2-9 geeft aan om welke locaties het gaat.

Tabel 2-9 - Nieuwe locaties compressorstations voor waterstof

Locatie	Toelichting
Tjuchem	Transport van waterstof naar het westen van het land.
Hoeksche Waard	Voor de verbinding van industriële locaties, transport van waterstof tussen Zeeland en Maasvlakte.

⁷ Het gaat hier om een leeg gasveld, dit wordt nu niet gebruikt als aardgasopslag, maar kan verkend worden als optie voor waterstofopslag in de toekomst.

2.11 Target Grid

In 2023 heeft TenneT een visie op de langetermijntoekomst van zijn hoogspanningsnetten ontwikkeld in het project Target Grid, die voor een groot deel veroorzaakt wordt door de ontwikkelingen van wind op zee. Hieronder bespreken we de verschillen met de analyses van de IEA.

In Target Grid wordt gerekend met in totaal 72 GW wind op zee. Hiervan wordt bij de aannames van Target Grid 52 GW elektrisch aan land gebracht en 20 GW wordt gebruikt voor offshore elektrolyse. Dit komt overeen met de aannames van de scenario's Nederland Energieland Nationale Sturing en Sterke Knopen Nationale Sturing uit de IEA. Van de 52 GW elektrische aanlanding wordt bij Target Grid een fors deel gebruikt voor export. Dit is ook meegenomen in de scenario's Nationale Sturing van de IEA.

Er worden in Target Grid enkele algemene ontwikkelingen voorzien:

- In de visie van Target Grid worden HVDC-verbindingen gebruikt voor interconnecties en voor transport van wind over langere afstanden. Zo komen er volgens de visie van Target Grid DC Hubs op land, waar wind op zee aan land naartoe getransporteerd wordt. Target Grid kijkt daarbij onder meer naar een DC Hub bij Maasbracht, voor export van elektriciteit naar Duitsland. Dit is ook bekeken in het scenario Sterke Knopen Nationale Sturing en bij structuurkeuze 1: Aanlanding windenergie op zee, aan de kust of diep. Daarnaast kijkt Target Grid ook naar een DC Hub in Zeeland (Terneuzen), voor export richting België. In de IEA is wel aanlanding van wind op zee in Terneuzen meegenomen, maar geen interconnectie daar richting België. Wel vindt export plaats via Rilland, iets verderop richting Brabant.
- Target Grid identificeert twee belangrijke corridors die versterking nodig hebben: West-Zuidoost bij veel productie wind op zee en Noord-Zuid bij weinig offshore wind. Verzwaring van de corridor West-Zuidoost komt ook duidelijk terug in de analyses van de IEA. Verzwaring van de corridor Noord-Zuid komt niet duidelijk naar voren in de IEA. Dit komt mogelijk doordat uitbreiding Eemshaven-Vierverlaten-Ens-Lelystad-Diemen al meegenomen is in de uitgangssituatie. Daarnaast kunnen andere aannames rondom regelbare centrales en interconnectie dit verschil veroorzaken.
- In Target Grid wordt geconcludeerd dat tot 38 GW elektrische aanlanding nuttig is voor het invullen van de elektriciteitsvraag in Nederland en dat dit vermogen kan aanlanden bij kustlocaties en Moerdijk/Geertruidenberg. Daarna moet gekeken worden naar diepe aanlanding. Dit komt overeen met de uitkomsten van de structuurkeuze over diepe aanlanding.
- Interconnecties op zee worden voorzien richting Duitsland, Denemarken, mogelijk België. Extra interconnecties op zee zijn ook meegenomen in aannames van alle scenario's van de IEA.
- In Target Grid wordt voorzien dat een offshore HVDC-ring tussen Eemshaven en Maasvlakte gebruikt kan worden in plaats van transport over land om investeringen te voorkomen. Dit zit niet in de analyses van de IEA.

In Target Grid worden de volgende knelpunten in de hoogspanningsinfrastructuur geïdentificeerd:

Knelpunt in Target Grid	Volgt ook uit analyses IEA?	Toelichting
Diemen – Maasvlakte	Nee	Onduidelijk waar dit verschil vandaan komt.
Zwolle – Ens	Ja (in meeste scenario's, komt terug in veegronde)	
Tilburg – Eindhoven	Ja (in meeste scenario's en bij structuurkeuzes met veel aanlanding wind op zee aan kust)	
Interconnectie Eemshaven – Emden	Nee	In doorrekeningen zijn interconnecties als gegeven meegenomen. Dus is niet gekeken of nog meer interconnecties nodig zijn.

Er zijn twee knelpunten aan de hoogspanningsinfrastructuur geïdentificeerd in Target Grid, die niet terugkomen in de analyses van de IEA. Vanuit Target Grid is echter nog niet duidelijk welke uitbreidingen nodig zijn om deze knelpunten op te lossen. Bijvoorbeeld, het knelpunt Diemen–Maasvlakte zou met uitbreidingen aan verschillende 380kV-verbindingen opgelost kunnen worden, waardoor het nu nog niet duidelijk is welke verbinding(en) uitgebreid moet(en) worden. Daarom is het nog niet mogelijk om hier een beoordeling Milieu & Ruimte voor te doen en wordt dit niet meegenomen in de gevoeligheidsanalyse.

2.12 Totaaloverzicht

Hieronder volgt een totaaloverzicht van de bevindingen van de verschillenanalyse. Voor de Voorverkenning VAWOZ 2040, CES 2.0, vollasturen hernieuwbare opwek en mogelijke reserveringen Gasunie wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. En voor twee beleidstrajecten wordt een klein onderdeel toegevoegd aan de analyses elders in deze IEA.

Beleidstraject/ontwikkeling	Conclusie verschillenanalyse	Gevoeligheidsanalyse nodig?
VAWOZ 2030	Extra aanlanding uit VAWOZ 2030 wordt meegenomen in enkele 2050 scenario's in de IEA. De plannen van VAWOZ 2030 worden niet volledig meegenomen in IP2022 scenario's voor 2030, maar dat heeft alleen impact bij aanlandingslocaties zelf en wordt behandeld in Bijlage XIV <i>Beschrijving 2030</i> .	Nee, wordt meegenomen bij beschrijving 2030
Voorverkenning VAWOZ 2040	Bandbreedte aanlanding windenergie op zee op huidige aanlandingslocaties is voldoende in de scenario's van de IEA. Uit de voorverkenning volgen nieuwe mogelijke aanlandingslocaties na 2030 die niet zijn meegenomen in de IEA, maar dit heeft vooral impact op die locaties zelf en dit zijn geen cruciale locaties vanuit het energiesysteem. Dus dit wordt gezien als lokale inpassing en hiervoor is geen gevoeligheidsanalyses nodig. Er wordt wel specifiek gekeken naar mogelijke effecten van extra aanlanding in Noord-Brabant.	Ja, alleen voor extra aanlanding windenergie op zee in Noord-Brabant
RES 1.0	De plannen van de RES 1.0 zijn meegenomen in enkele 2050 scenario's in de IEA, dus voldoende informatie beschikbaar over effecten.	Nee
CES 2.0	De CES 2.0 is niet integraal meegenomen in de scenario's voor 2050 in de IEA. Voor sommige clusters ligt de energievraag van de CES plannen hoger dan de range van de scenario's uit de IEA.	Ja
Verhoging doelstelling 2030	De uitwerking verhoging doelstelling is onduidelijk en daardoor is het niet mogelijk om in te schatten of de in de IEA gehanteerde scenario's voor 2030 voldoen aan deze doelstelling.	Nee

Beleidstraject/ ontwikkeling	Conclusie verschillenanalyse	Gevoeligheidsanalyse nodig?
MIEK-projecten	Bijna alle plannen uit het MIEK worden meegenomen in de analyses van de IEA, met uitzondering van 380kV-station Moerdijk.	Ja, alleen voor ruimte voor nieuw 380kV-station Moerdijk
Routekaart elektrificatie industrie	Bovengrens van routekaart valt buiten range van scenario's van de IEA, maar deze bovengrens is niet aannemelijk. Daarnaast worden voor 2050 al de gevolgen van maximale elektrificatie in kaart gebracht als mogelijke systeemontwikkeling en worden de effecten van extra elektriciteitsvraag van de industrie ook al ingeschat bij de gevoeligheidsanalyse van de CES 2.0.	Nee
Vollasturen hernieuwbare opwek	Er is een onderschatting van aantal vollasturen voor wind op land en windenergie op zee in de scenario's van de IEA. Het hogere aantal vollasturen is in geen enkel scenario meegenomen.	Ja
Nieuwe scenario's IJ3050	De verschillen in energievraag en aanbod tussen de nieuwe scenario's en de scenario's die gebruikt zijn in deze IEA hebben vermoedelijk weinig impact op de hoofdinfrastructuur. De modellering van de inzet van flexibiliteitsbronnen kan mogelijk wel significante impact op de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur hebben, maar aangezien het nog niet duidelijk is hoe deze wijzigingen uit gaan pakken (en wat überhaupt gewijzigd wordt) wordt dit niet meegenomen in een gevoeligheidsanalyse.	Nee
Mogelijke reserveringen Gasunie	Gasunie heeft een aantal trajecten aangegeven waar mogelijk knelpunten kunnen optreden, die niet direct uit de scenario's volgen. Voor deze trajecten wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.	Ja
Target Grid	Enkele knelpunten die geïdentificeerd worden door Target Grid komen niet terug in IEA, maar nog niet duidelijk welke uitbreidingen hiervoor nodig zijn. Dus niet mogelijk om gevoeligheidsanalyse te doen.	Nee

3 Gevoeligheidsanalyses

Dit hoofdstuk bevat de gevoeligheidsanalyses voor de ontwikkelingen waarvoor uit de verschillenanalyse (in hoofdstuk 2) bleek dat deze noodzakelijk is. In de gevoeligheidsanalyses worden de effecten besproken van de ontwikkelingen op de resultaten van de Integrale Effectenanalyse. Het gaat dan om effecten op de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur, maar ook om effecten op de uitkomsten van de effectbeoordelingen als dat van toepassing is.

3.1 Voorverkenning VAWOZ 2040

Er zijn enkele potentieel kansrijke aanlandingslocaties voor windenergie op zee die niet zijn meegenomen, zowel voor elektrische aanlanding als aanlanding in de vorm van waterstof. Als er voor die locaties gekozen wordt heeft dit alleen implicaties op lokaal niveau, op de ruimte die nodig is op en nabij de aanlandingslocaties. Aanlanding op die andere locaties heeft in bijna alle gevallen geen impact op de rest van de energiehoofdstructuur. Daarnaast zijn de locaties die niet zijn meegenomen als aanlandingslocaties geen cruciale punten vanuit het energiesysteem, zoals de Barro-locaties dit wel zijn. Daarom is in die gevallen een gevoeligheidsanalyse niet noodzakelijk.

Aanlanding in Noord-Brabant, bij Moerdijk en Geertruidenberg, is een uitzondering hierop. Dit zijn beide Barro-locaties en daarmee belangrijke locaties vanuit het nationale energiesysteem. Daarnaast kan aanlanding van windenergie op zee in Moerdijk en Geertruidenberg impact hebben op de overige hoofdinfrastructuur, zoals 380kV-verbindingen. Daarom is hier specifiek wel naar gekeken in een gevoeligheidsanalyse. Er wordt gekeken naar de impact van extra aanlanding op de aanlandingslocaties zelf en naar de

mogelijke impact op de 380kV-verbindingen. Indirect kan aanlanding van windenergie op zee ook effect hebben op waterstofinfrastructuur, als dit leidt tot extra elektrolyzers, maar dit is niet meegenomen.

In deze gevoeligheidsanalyse wordt de impact uitgewerkt van de verschillen op de benodigde ruimte voor nationale energie-infrastructuur en de effecten op het gebied van Milieu & Ruimte uit. De verschillen tussen de voorverkenning VAWOZ 2040 en de scenario's van de IEA hebben geen impact op de beoordelingen op het gebied van welvaart en systeemefficiëntie.

3.1.1 Impact op aanlandingslocaties

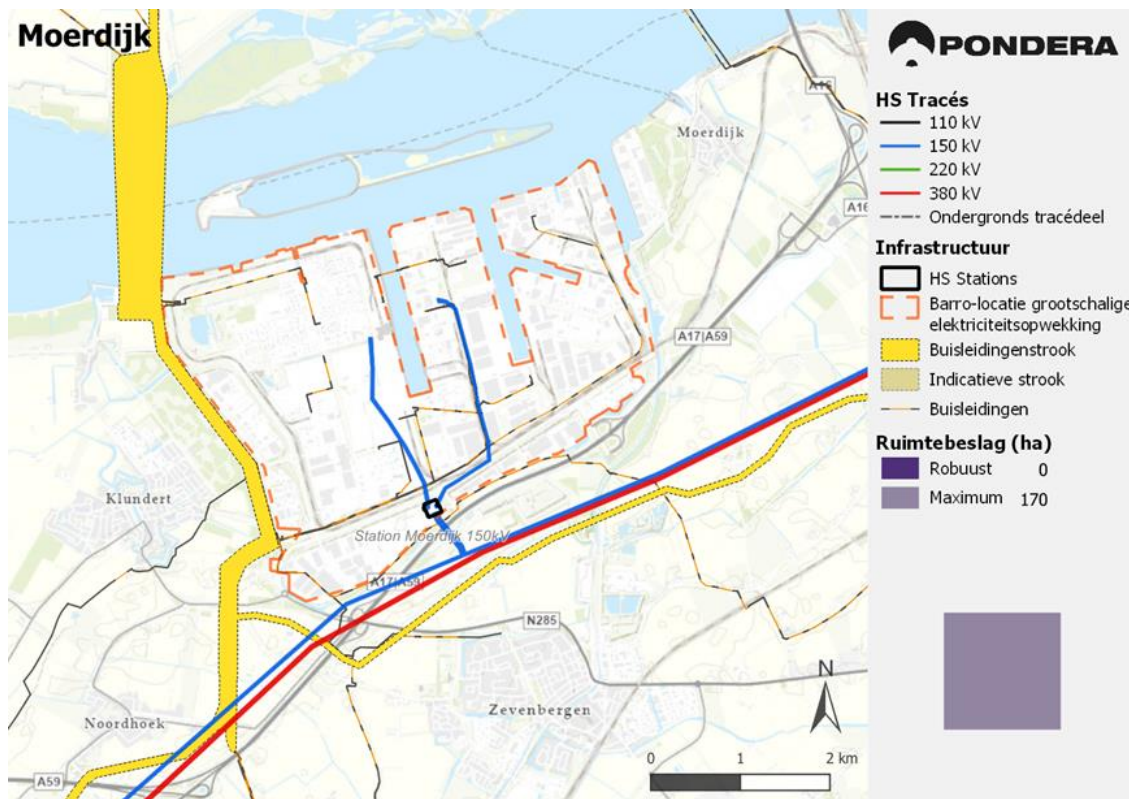
In Bijlage XIa is al gekeken naar de effecten vanuit Milieu & Ruimte voor aanlanding windenergie op zee van 2 GW bij Geertruidenberg. Effecten van aanlanding van windenergie op zee bij Moerdijk zijn niet eerder meegenomen. Hieronder volgt de beoordeling voor Milieu & Ruimte voor elektrische aanlanding van 6 GW windenergie op zee bij Moerdijk. Zie Bijlage X voor de beoordelingsmethodiek vanuit Milieu & Ruimte.

Omschrijving gebied en opgave

De Barro-locatie Moerdijk is een complexe industriële omgeving (Figuur 3-1). De locatie grenst direct zuidelijk van het Hollands Diep en is omringd door landbouwgronden met in de directe omgeving meerdere woonkernen (Moerdijk, Klundert, Zevenbergen) en recreatiegebieden. Binnen de Barro-locatie liggen verschillende risicocontouren en is beperkt ruimte beschikbaar. Ook de (netwerk)infrastructuur maakt deze locatie complex. Er loopt een groot aantal buisleidingen naar deze Barro-locatie, evenals een bovengrondse 150kV- en 380kV-verbinding en spoorwegen. De locatie wordt omringd door een primaire waterkering en kleine NNN-gebieden. Direct ten zuiden ligt de rijksweg A17. Het Hollands Diep en het gebied te noorden daarvan is aangemerkt als Natura 2000-gebied Hollands Diep en Nationaal Landschap, waar ook landschappen met aardkundige waarden liggen. De aanlanding van 6 GW windenergie op zee vraagt om een maximaal ruimtebeslag van in totaal circa 170 ha, opgebouwd uit:

- (onderdelen van) hoogspanningsstations met een ruimtebeslag van circa 20 ha;
- elektrolyzers met een ruimtebeslag van circa 55 ha;
- batterijen met een ruimtebeslag van circa 80 ha;
- converterstations met een ruimtebeslag van circa 15 ha.

Figuur 3-1 - Barro-locatie Moerdijk, de paarse vierkantjes zijn het robuuste en maximum ruimtebeslag op schaal



Beoordeling

Effecten occupatie

De Barro-locatie wordt grotendeels benut door industriële activiteiten. Hier is er sprake van verschillende risicocontouren, dit heeft een middelgrote kans op effecten op externe veiligheid. Rondom de locatie liggen enkele woonkernen (Moerdijk, Klundert en Zevenbergen), hierop is een kleine kans op effecten omdat er al een gebied met sterk industrieel karakter aanwezig is. Verder is de omgeving agrarisch van karakter. Bij uitbreiding van de Barro-locatie gaat dit mogelijk ten koste van landbouwgrond, dit geeft een middelgrote kans op effecten. Ook is er een recreatieve groenstrook aanwezig tussen de Barro-locatie en Klundert. Door de reeds industriële omgeving is hier een kleine kans op effecten. Voor de occupatielaag geldt er een middelgrote kans op effecten vanwege externe veiligheid en landbouw (middelblauwe aanduiding).

Effecten netwerk

Er ligt een primaire waterkering door de Barro-locatie heen, dit heeft een middelgrote kans op effecten vanwege de grootte van het benodigde ruimtebeslag en de mogelijkheid om de beschermingszone van de kering te vermijden. Verder ligt er ten westen een buisleidingenstrook (beoogd onderdeel Delta Rhine Corridor) en verschillende buisleidingen, bovengrondse hoogspanning, spoorwegen en rijksweg A17/A59. Dit beperkt de beschikbare ruimte voor nieuwe ontwikkelingen en betekent een middelgrote kans op effecten. In Tabel 3-1 is het ruimtebeslag weergegeven per onderdeel in Moerdijk bij aanlanding van 6 GW windenergie op zee. Dit komt neer op circa 170 ha. Door dit grote ruimtebeslag is het mogelijk dat ruimte nodig is buiten de Barro-locatie, dit geeft een grote kans op effecten voor ruimtebeslag. Rondom de Barro-locatie zijn verschillende stroken NNN-gebied aanwezig. Vanwege de grote ruimtebehoefte is er een middelgrote kans op effecten. Vanwege de grote kans op effecten op ruimtebeslag is de aanduiding donkerblauw voor de netwerklaag. Voor de netwerklaag geldt er een grote kans op effecten vanwege de grote ruimtebehoefte (donkerblauwe aanduiding).

Tabel 3-1 - Benodigde ruimte van de verschillende onderdelen bij Moerdijk

Onderdeel	Maximum ruimtebeslag (ha)
Stations	20
Converterstations	15
Elektrolyzers	55
Batterijen	80

Effecten ondergrond

De locatie is gedeeltelijk zettingsgevoelig gebied, dit heeft een middelgrote kans op effecten. De Barro-locatie is niet overstromingsgevoelig, maar in de directe omgeving zijn wel overstromingsgevoelige gebieden aanwezig. Dit is een kleine kans op effecten omdat hier rekening mee kan worden gehouden of door het toepassen van maatregelen (ophoging). Het Hollands Diep is aangewezen als Natura 2000-gebied (habitat- en vogelrichtlijn), de kans op effecten door bijvoorbeeld koelwater van elektrolyzers is middelgroot. Voor landschap is er met name een lokaal negatief effect, dit is een kleine kans op effecten op nationale schaal. Wat betreft archeologie en cultuurhistorie liggen met name bekende waarden in de woonkernen. Voor verwachte archeologische waarden is er een lage of zeer lage trefkans, dit betekent een kleine kans op effecten. Vanwege de aanwezigheid van Natura 2000-gebied Hollands Diep is er een middelgrote kans op effecten op de ondergrondlaag, dit betekent een middelblauwe aanduiding. Voor de ondergrondlaag geldt er een middelgrote kans op effecten vanwege Natura 2000-gebied Hollands Diep (middelblauwe aanduiding).

In Tabel 3-2 staat de beoordeling van de lagen occupatie, netwerk en ondergrond. Het grootste aandachtspunt is de beschikbare ruimte om de onderdelen te realiseren in de omgeving. Indien er een procedure wordt opgestart voor deze ontwikkelingen, is dit aandachtspunt mede bepalend voor de haalbaarheid.

Tabel 3-2 Beoordeling lagen Moerdijk

Laag	Duiding
Occupatie	2
Netwerk	3
Ondergrond	2

Conclusie

Meer aanlanding van windenergie op zee bij Moerdijk zorgt ervoor dat er op deze locatie fors meer ruimte nodig is dan volgt uit de analyses van de IEA. Bij aanlanding van 6 GW windenergie op zee is tot circa 170 ha ruimte nodig bij Moerdijk. Dit levert ruimtelijke knelpunten op voor de inpassing in dit gebied voor Milieu & Ruimte waarbij de beschikbaarheid van ruimte het grootste aandachtspunt is.

3.1.2 Impact op 380kV-verbindingen

In het scenario *Sterke Knopen Nationale Sturing* wordt aanlanding van 2 GW bij Geertruidenberg meegenomen. Echter, het is mogelijk dat er nog meer windenergie op zee aanlandt in Geertruidenberg of Moerdijk (of beiden). Dit heeft effect op deze locaties, maar kan ook effect hebben op de 380kV-verbindingen. Extra aanlanding van windenergie op zee in Noord-Brabant kan twee effecten hebben:

- De belasting op het 380kV-net tussen de Maasvlakte en Geertruidenberg wordt mogelijk minder als aanlanding van windenergie op zee in Noord-Brabant in de plaats komt van aanlanding op de Maasvlakte.
Dit komt doordat een deel van de elektriciteit van windparken op zee doorgevoerd wordt richting Limburg en België en Duitsland en het transport van deze elektriciteit vanaf de Maasvlakte naar Brabant loopt. De belasting op het 380kV-net tussen Borssele/Sloegebied en Geertruidenberg neemt af als aanlanding van windenergie op zee in Noord-Brabant in de plaats komt van aanlanding in Zeeland.
- Er kunnen mogelijk extra knelpunten op 380kV-verbindingen ontstaan rondom Geertruidenberg en Moerdijk als daar grote vermogens windstroom aanlanden.

Hieronder worden deze mogelijke effecten in meer detail besproken.

Minder belasting op 380kV-verbindingen tussen Zuid-Holland/Zeeland en Noord-Brabant
Of knelpunten ontstaan op de 380kV-verbindingen tussen Zuid-Holland of Zeeland en Noord-Brabant is afhankelijk van de hoeveelheid windenergie op zee die in die provincies aanlandt. Aanlanding van windenergie op zee, mogelijk in combinatie met een groot vermogen aan kernenergie, leidt tot dusdanig grote overschotten aan elektriciteit dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. Dit is ook gerelateerd aan de hoeveelheid kernenergie in deze provincies. De keuze voor verschillende bronnen van niet-regelbare elektriciteitsproductie moet in samenhang bekeken worden.

In Rotterdam is naar verwachting tot 10 GW niet-regelbare elektriciteitsproductie (windenergie op zee + kernenergie) mogelijk, zonder dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn, uitgaande van vergaande elektrificatie en het plaatsen van batterijen en elektrolyzers bij de aanlandingslocatie. Bij meer dan 10 GW zijn naar verwachting nieuwe circuits nodig tussen de Maasvlakte, Simonshaven en Crayestein. Bij meer dan 18 GW niet-regelbare elektriciteitsproductie zijn ook nieuwe circuits nodig op de verbindingen Crayestein – Krimpen aan den IJssel, Krimpen aan den IJssel – Bleiswijk en Krimpen aan den IJssel – Geertruidenberg.

In Zeeland ontstaan bij meer dan 9,5 GW aanbod van elektriciteit (kernenergie, windenergie op zee, wind op land) knelpunten op het de afvoerende 380kV-verbinding Borssele/Sloegebied naar Rilland en vanaf Rilland naar Tilburg en Geertruidenberg, maar dan zijn de knelpunten naar verwachting nog oplosbaar met redispatch. Vanaf 10,5 GW aanbod van elektriciteit is naar verwachting een nieuw circuit nodig. Bovenstaande is gebaseerd op de doorrekeningen van de zeven scenario's die gebruikt zijn in deze IEA/het PEH. Bij de hogere elektriciteitsvraag vanuit de CES (zie paragraaf 3.2) is 11 GW aanbod van

elektriciteit in Zeeland mogelijk voordat redispatch nodig is en 12 GW aanbod voordat een nieuw circuit nodig is.

Knelpunten rondom Geertruidenberg en Moerdijk

Voor de effecten van aanlanding van windenergie op zee in Noord-Brabant op de benodigde transportcapaciteit op de 380kV-infrastructuur rondom Geertruidenberg en Moerdijk is van belang hoeveel van de windstroom direct gebruikt kan worden door de industrie. De directe elektriciteitsvraag van de industrie in de RES-regio West-Brabant ligt in de scenario's tussen de 1,9 en 3,1 TWh. Dit komt overeen met ongeveer 400 MW (uitgaande van vollast vraag, wat gangbaar is bij de energie-intensieve industrie). Dit betekent dat een klein deel van de additionele elektriciteit direct gebruikt kan worden als meer dan 2 GW windenergie op zee aanlandt in Geertruidenberg en Moerdijk. Bij meer aanlanding van windenergie op zee kan het gunstig zijn om ook meer elektrolyzers en batterijen te plaatsen. Deze kunnen een deel van de (lokale) overschotten van elektriciteit opvangen, maar bij extra aanlanding van windenergie op zee zal ook meer elektriciteit getransporteerd moeten worden.

Uit de doorrekeningen van de scenario's volgt dat in alle scenario's veel transport nodig is vanaf het westen van Nederland richting Limburg, en vanaf daar naar België en Duitsland. Voor de belasting op de circuits tussen Geertruidenberg en Limburg maakt het niet uit of de windenergie aanlandt in Zuid-Holland of in Geertruidenberg. Dus als extra windenergie op zee aanlandt in Geertruidenberg in plaats van Zuid-Holland dan leidt dat naar verwachting niet tot extra knelpunten bij de 380kV-verbindingen rondom Geertruidenberg (maar geeft wel mogelijk verlichting voor knelpunten tussen Rotterdam en Geertruidenberg). Het is de verwachting dat weinig windenergie vanuit Geertruidenberg richting Zuid-Holland en Zeeland zal lopen, aangezien er al forse hoeveelheden windenergie aanlanden in die provincies op windiger momenten. Dit betekent dat aanlanding in Geertruidenberg naar verwachting weinig impact zal hebben op de 380kV-verbindingen Krimpen aan den IJssel – Geertruidenberg en Geertruidenberg – Rilland.

Als een deel van het vermogen windenergie op zee aanlandt in Geertruidenberg in plaats van Zeeland dan kan dat leiden tot extra belasting op de verbinding tussen Geertruidenberg en Tilburg. Als windenergie op zee aanlandt in Zeeland, dan loopt een deel van het transport van west-Nederland naar Limburg via de verbinding Rilland-Tilburg, terwijl bij aanlanding in Geertruidenberg het overgrote deel van het transport via de verbinding Geertruidenberg-Tilburg. Mogelijk is hierdoor een nieuw circuit nodig tussen Geertruidenberg en Tilburg. Aanlanding in Geertruidenberg in plaats van Zeeland heeft geen effect op het transport vanaf Tilburg via Eindhoven naar Limburg.

Als een groot vermogen aan windenergie op zee aanlandt in Moerdijk, dan kan dit leiden tot een forse hoeveelheid transport van elektriciteit richting Geertruidenberg (bovenop mogelijk transport vanuit Zeeland richting Geertruidenberg). Op dit tracé loopt, na de geplande uitbreidingen, een verbinding met twee circuits. Mogelijk is bij veel aanlanding in Moerdijk een nieuw circuit nodig tussen Moerdijk en Geertruidenberg. Dit is afhankelijk van de hoeveelheid aanlanding van windenergie op zee in Zeeland, het vermogen aan batterijen en elektrolyzers in Moerdijk en de ontwikkeling van de elektriciteitsvraag in Nederland. Hier moet in meer detail naar gekeken worden bij de keuze voor Moerdijk als potentieel aanlandingspunt. Voor een indicatie van de effecten vanuit Milieu & Ruimte kan in Bijlage XIa gekeken worden naar de beoordeling van de verbinding Rilland-Tilburg.

Conclusies

Meer aanlanding van windenergie op zee in Noord-Brabant heeft effect op de belasting op het hoogspanningsnet. Met extra aanlanding in Noord-Brabant, in plaats van in Rotterdam of Zeeland, kan de belasting op de hoogspanningsverbindingen vanaf de kust naar Brabant verminderd worden. Hierdoor is op deze stukken mogelijk minder ruimte nodig voor nieuwe hoogspanningsverbindingen.

Bij grote hoeveelheden aanlanding windenergie op zee kunnen ook nieuwe knelpunten ontstaan op de hoogspanningsverbindingen rondom Moerdijk en Geertruidenberg, waardoor mogelijk extra ruimte nodig is voor nieuwe hoogspanningsverbindingen. Hier is meer onderzoek naar nodig.

3.2 CES 2.0

Uit de verschillenanalyse volgde dat voor drie regio's een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk is aangezien de prognoses van de CES 2.0 op bepaalde punten fors buiten de bandbreedte van de scenario's van het PEH valt. Dit gaat om de Schelde-Delta Regio, het Noordzeekanaalgebied en Noord-Nederland. Hieronder is per regio de gevoeligheidsanalyse uitgewerkt.

In deze gevoeligheidsanalyse wordt de impact uitgewerkt van de verschillen op de benodigde ruimte voor nationale energie-infrastructuur en de effecten op het gebied van Milieu & Ruimte uit. De verschillen tussen de CES 2.0 en de scenario's van de IEA hebben geen impact op de beoordelingen op het gebied van welvaart en systeemefficiëntie.

3.2.1 Schelde-Delta Regio (SDR)

Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in het cluster SDR. De voor deze IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een fors lagere elektriciteitsvraag. Daarnaast benoemen ze in de CES dat er forse potentie is voor waterstofimport in de SDR. Dit is niet meegenomen in de IEA. Hieronder worden de mogelijke implicaties van deze punten besproken.

Grotere elektriciteitsvraag

De CES 2.0 van de regio Schelde-Deltaregio gaat uit van ongeveer 135 PJ elektriciteitsvraag in Zeeland in 2050. Hiervan komt 72 PJ door directe elektriciteitsvraag van de industrie (overige deel van elektrolyzers). Dit komt overeen met 20 TWh. In de scenario's van PEH ligt de elektriciteitsvraag tussen de 3,5 en 5,8 TWh. De elektriciteitsvraag uit de CES 2.0 valt dus hoger uit dan de bovengrens van de PEH-scenario's. Het verschil komt overeen met 1,5 tot 2 GW vermogensvraag (uitgaande van vollast-vraag, wat gangbaar is bij de energie-intensieve industrie).

De hogere elektriciteitsvraag komt voor een groot deel door de plannen voor elektrisch kraken van DOW in Terneuzen. Er zijn extra velden nodig bij het geplande 380kV-station in Terneuzen om deze elektriciteitsvraag aan te sluiten. Hierdoor is uitbreiding van het geplande station of de aanleg van een extra nieuw station nodig, indien op het geplande station onvoldoende ruimte beschikbaar is. Bij de aanleg van een nieuw station is 10 ha aan ruimte nodig. Daarnaast is een hoogspanningskabel nodig vanaf de afnemers richting het geplande of nieuwe station. Vanuit Milieu & Ruimte is voor deze ruimte-vraag een kleine kans op effecten. Er is voldoende open ruimte beschikbaar waardoor eventuele belemmeringen vanuit Milieu & Ruimte goed vermeden kunnen worden. Indien dit gepaard gaat met aanlanding van windenergie op zee in Terneuzen gaat het om een groter ruimtebeslag, zie hiervoor Bijlage XIa.

Extra elektriciteitsvraag in de Schelde-Delta Regio heeft ook impact op de hoogspanningsverbindingen.

In het investeringsplan van TenneT staat het plan voor de aanleg van een 380kV-verbinding tussen Borssele/Sloegebied en Terneuzen. Het is de verwachting dat deze verbinding voldoende capaciteit heeft om te kunnen voorzien in het mogelijke extra transport als gevolg van de hogere elektriciteitsvraag van de industrie in Zeeuws-Vlaanderen.

Aanlanding van windenergie op zee in Zeeland, mogelijk in combinatie met een groot vermogen aan kernenergie, kan leiden tot dusdanig grote overschotten aan elektriciteit dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. De hogere elektriciteitsvraag heeft ook invloed op de hoeveelheid niet-regelbare productie die gerealiseerd kan worden in Zeeland (Borssele/Sloegebied en Terneuzen samen), zonder dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. De CES gaat uit van 1,5 GW tot 2 GW extra vraag (vollast). Dit betekent dat 1,5 GW extra aanbod (kernenergie, windenergie op zee, wind op land) mogelijk is in Zeeland zonder uitbreidingen van 380kV-infrastructuur. De extra elektriciteitsvraag komt voornamelijk uit Zeeuws-Vlaanderen. Dit betekent dat meer windenergie op zee kan aanlanden in Terneuzen voordat uitbreidingen nodig zijn voor de geplande 380kV-verbinding tussen Borssele/Sloegebied en Terneuzen.

Waterstofimport

In de CES 2.0 voor de Schelde-Deltaregio staat voor 2030-2035 tot 2050 ruim 4 GW aan elektrolyse omschreven voor de productie van 35 PJ aan groene waterstof. Daarmee valt de eigen productie van waterstof in deze regio binnen PEH (tot 5,3 GW elektrolyzers bij Borssele/Sloegebied, en tot 1,9 GW elektrolyzers bij Terneuzen). De productie van groene en blauwe waterstof is volgens de CES 2.0 voldoende om de vraag van de regio te voorzien in 2050.

De CES 2.0 omschrijft voor de regio een belangrijke rol voor import en export van waterstof. Naast eigen productie wordt in de CES 2.0 een import van waterstof van tussen 242 en 726 PJ (2.017 tot 6.015 kton) genoemd. De import van waterstof is dan in de vorm van ammoniak of Liquid Organic Hydrogen Carriers. Bestaande terminals kunnen hiervoor ingezet worden. Beide waterstofdragers kunnen in de haven omgezet worden in waterstof.

De import voor export van waterstof in de Schelde-Deltaregio zoals genoemd in de CES 2.0 valt in het lage scenario binnen de totale import voor export van waterstof zoals aangenomen in PEH, maar voor het hoge scenario geldt dat niet. In PEH is import van 2.300 kton/jaar waterstof in de vorm van ammoniak voor export in 2050 meegenomen, wat wordt omgezet in waterstof bij de locatie van import. Een belangrijk verschil is dat deze import in PEH via Rotterdam is aangenomen, en via de Delta Rhine Corridor wordt doorgevoerd voor export.

Het kan zijn dat de import van de benoemde hoeveelheid waterstof effect heeft op de waterstofinfrastructuur in de Schelde-Delta Regio naar de Delta-corridor toe. Waar, en in welke mate, dat is, vraagt om verder onderzoek.

Het effect op de ruimte is afhankelijk van de vorm waarin de waterstof wordt doorgevoerd. Als waterstof met name geïmporteerd wordt als ammoniak, kan er ook gekozen worden voor doorvoer van ammoniak i.p.v. waterstof, en omzetting op de vraaglocatie in het buitenland. Omzetting in de Schelde-Delta Regio kan een ruimtelijke impact in de Schelde-Delta Regio hebben.

Conclusie

De elektriciteitsvraag in het cluster Schelde-Delta Regio wordt mogelijk onderschat in de scenario's van de IEA. Bij een hogere elektriciteitsvraag is mogelijk meer ruimte nodig in het gebied voor een extra 380kV-station. De effecten voor Milieu & Ruimte zijn niet duidelijk omdat de ontwikkelingen zowel kunnen leiden tot meer als minder ruimtebeslag. De verwachting is echter dat dit alsnog binnen de bandbreedtes van het minimum en maximum ruimtebeslag zoals beoordeeld in Bijlage X1a valt. Door een hogere elektriciteitsvraag kan extra windenergie op zee aanlanden in Zeeland zonder dat uitbreidingen van 380kV-verbindingen nodig zijn.

De import van waterstof in het cluster worden mogelijk ook onderschat in de scenario's van de IEA. Mogelijk is hierdoor binnen het cluster extra ruimte nodig voor waterstofimport. Of daarnaast extra ruimte is voor energie-infrastructuur door import van waterstof in Zeeland is afhankelijk van de precieze invulling.

3.2.2 Noordzeekanaalgebied

Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van import en vraag naar waterstof en vraag naar elektriciteit in het NZKG. De voor deze IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een lagere elektriciteitsvraag en waterstofvraag en geen waterstofimport. Hieronder bespreken de mogelijke implicaties hiervan.

Grotere elektriciteitsvraag

De CES van de regio Noordzeekanaalgebied gaat uit van 11 tot 24 TWh elektriciteitsvraag in het Noordzeekanaalgebied in 2050. Hiervan komt 72 PJ door directe elektriciteitsvraag van de industrie (overige deel van elektrolyzers). In de scenario's van PEH ligt de elektriciteitsvraag tussen de 2,8 en 4,6 TWh. De elektriciteitsvraag uit de CES 2.0 valt dus hoger uit dan de bovengrens van de PEH-scenario's. Het verschil komt overeen met 1 tot 2,5 GW vermogensvraag (uitgaande van vollast vraag, wat gangbaar is bij de energie-intensieve industrie).

Er zijn extra velden nodig bij de bestaande en geplande 380kV-stations in het Noordzeekanaalgebied om deze elektriciteitsvraag aan te sluiten. Hierdoor is uitbreiding van de geplande stations of de aanleg van een nieuw station nodig, indien op het geplande station onvoldoende ruimte beschikbaar is. Bij de aanleg van een nieuw station is 10 ha aan ruimte nodig. Daarnaast is een kabel nodig vanaf de afnemers richting het geplande of nieuwe station. De effecten van deze ruimtevraag op het Noordzeekanaalgebied vanuit Milieu & Ruimte zijn niet eenduidig omdat het om een groot gebied gaat. Rondom Beverwijk, IJmuiden en Velsen is er zeer weinig ruimte beschikbaar en is de haalbaarheid van een nieuw station onzeker en is er een grote kans op effecten op woonkernen, externe veiligheid en cultuurhistorie. Rondom de Hemweg lijkt er ruimte beschikbaar te zijn voor een nieuw station met als aandachtspunt externe veiligheid.

De plaatsing van een nieuw station is mede afhankelijk van waar de vraagontwikkeling zal plaatsvinden.

Er wordt in de scenario's voor 2050 die gebruikt worden voor deze IEA/het PEH is voor een grote hoeveelheid aan aanbod van energie voorzien in Beverwijk, vooral vanuit aanlanding van windparken op zee, maar ook vanuit regelbare centrales. Het is de verwachting dat het grootste deel van de extra elektriciteitsvraag lokaal ingevuld wordt. Een deel van de additionele elektriciteitsvraag zal aangevoerd moeten worden met het hoogspanningsnet, maar het is de verwachting dat geen uitbreidingen van 380kV-verbindingen nodig zijn om deze extra elektriciteit aan te voeren.

De extra elektriciteitsvraag van de CES heeft wel impact op het afvoeren van elektriciteit vanaf Beverwijk. Aanlanding van windenergie op zee in Beverwijk kan leiden tot dusdanig grote overschotten aan elektriciteit dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. De hogere elektriciteitsvraag heeft ook invloed op de hoeveelheid niet-regelbare productie die gerealiseerd kan worden in Beverwijk, zonder dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. De CES 2.0 gaat uit van 1 GW tot 2,5 GW extra vraag (vollast). Dit betekent dat vermoedelijk 1 tot 2,5 GW extra windenergie op zee aan kan landen in Beverwijk zonder uitbreidingen van 380kV- infrastructuur, al is dit afhankelijk van de locatie van de extra elektriciteitsvraag.

Grotere waterstofvraag en waterstofimport

De IEA verschilt van de CES 2.0 omdat in de CES 2.0 de aangepaste toekomstplannen voor staalproductie zijn opgenomen. In de IEA is uitgegaan van de toekomstscenario's van II3050, waarin staalproductie in 2050 op basis van de huidige hoogoven(s) in combinatie met CSS; HISarna en Electric Arc Furnaces is aangenomen. Voor deze processen worden kolen, cokes, aardgas en elektriciteit gebruikt. De hoogovens worden ingezet voor de productie van nieuw staal, de elektrische ovens worden voor recycling gebruikt. In de huidige hoogovens worden kolen en cokes gebruikt. CO₂ komt vrij in de verschillende processen bij staalproductie: bij de productie van cokes; bij de voorbereiding van het ijzererts; bij de reductie in de hoogoven, en vervolgens bij de productie van staal in de oxystaalfabriek.

De CO₂ wordt (deels) met CSS afgevangen volgens de toekomstscenario's van II3050. Een cyclone converter furnace in het HISarna-proces vervangt de energie-intensieve productie van cokes en de voorbereiding van ijzererts waardoor emissies verder afnemen. In deze processen worden dezelfde grondstoffen en energiedragers gebruikt als nu, waardoor er geen impact op de infrastructuur is afgezien voor CO₂-afvang.

In de CES wordt het gebruik van waterstof in de staalproductie genoemd in 2050, ter vervanging van kolen. De cokesfabriek is dan niet nodig en de hoogovens worden vervangen met een fabriek op basis van Direct Reduced Iron (DRI)-technologie. Omdat kolen worden vervangen met in eerste instantie aardgas, en later waterstof, ontstaat een grotere vraag naar waterstof in 2050, met mogelijke implicaties op de infrastructuur.

Volgens de CES 2.0 is de verwachte energievraag door de introductie van de DRI-technologie 4-15 TWh aardgas in 2030 en 8 TWh aardgas vanaf 2035 (huidige vraag is 3 TWh). Voor waterstof wordt de vraag in 2030 100-150 kton en in 2035 en verder 400 kton. Ook is er een toename aan vraag naar elektriciteit, die valt onder de totale toename in elektriciteit toegelicht in bovenstaande paragraaf. Het kan zijn dat de huidige aansluitleidingen tussen Tata Steel en het hoofdtransportnet niet voldoende capaciteit heeft. Mogelijk is er ook een impact op doorvoerleidingen, als de capaciteit niet voldoende blijkt. Of dit het geval is, en of er dan ruimtelijke consequenties zijn moet nader onderzocht worden.

Invulling van de toename in waterstofvraag wordt in de CES 2.0 deels voorgesteld door aansluiting op het landelijk waterstofnetwerk, en deels met import. De CES 2.0 voor het Noordzeekanaalgebied stelt MIEK een importterminal voor waterstof voor in dit gebied. De volumecapaciteit van de waterstofterminal is naar verwachting 200 kton. De ruimte in het Westelijk Havengebied wordt nu gebruikt voor kolen, olie en aardgas. Deze ruimte kan in de toekomst mogelijk ingezet worden voor de waterstofterminal.

In de CES 2.0 wordt in het Noordzeekanaalgebied zo'n 1 tot 2,5 GW elektrolyse voorgesteld voor waterstofproductie. De aanlanding van 2 GW Windenergie op zee bij Beverwijk wordt als locatie genoemd voor elektrolyse. Dit is binnen de bandbreedte die gehanteerd is in de scenario's van PEH (tussen de 0 en 5 GW bij Beverwijk).

Conclusie

De elektriciteitsvraag in het cluster Noordzeekanaalgebied wordt mogelijk onderschat in de scenario's van de IEA. Bij een hogere elektriciteitsvraag is mogelijk meer ruimte nodig in het gebied voor een extra 380kV-station. Rondom de Hemweg is deze ruimte naar verwachting beschikbaar, in de omgeving Velsen levert dit grote ruimtelijke knelpunten op vanuit Milieu & Ruimte door het ontbreken van beschikbare ruimte. Door een hogere elektriciteitsvraag kan extra windenergie op zee aanlanden in het NZKG zonder dat uitbreidingen van 380kV-verbindingen nodig zijn.

De vraag naar en import van waterstof in het cluster worden mogelijk ook onderschat in de scenario's van de IEA. Mogelijk is bovenop de uitkomsten van de IEA hierdoor extra ruimte nodig voor een importterminal voor waterstof. Hier kan mogelijk vrijkomende ruimte in het gebied door uitfasering van kolen, olie en aardgas gebruikt worden. Daarnaast is mogelijk extra ruimte nodig voor een uitbreiding van aansluitleidingen richting de doorvoerleidingen.

3.2.3 Noord-Nederland

Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in het cluster Noord-Nederland. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een lagere elektriciteitsvraag, met name van datacenters. Hieronder worden de mogelijke implicaties van deze punten besproken.

Grotere elektriciteitsvraag

Noord-Nederland gaat in de CES 2.0 uit van een elektriciteitsvraag van 24 TWh in 2050 (exclusief datacenters en elektrolyzers, uitgaande van vollastvraag). In de scenario's van het PEH ligt de elektriciteitsvraag tussen de 11 en 16 TWh. De elektriciteitsvraag uit de CES valt dus hoger uit dan de bovengrens van de voor deze IEA/PEH gebruikte scenario's. Noord-Nederland gaat in de CES daarnaast uit van 2.500 MW aan datacenters in de Eemshaven. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van maximaal 300 MW aan datacenters in Groningen. De prognoses van de CES liggen dus een stuk hoger. In totaal gaat het om 3 tot 3,5 GW extra vraag in Noord-Nederland in de prognoses van de CES ten opzichte van de scenario's van de IEA/PEH.

De extra elektriciteitsvraag zal vooral in de Eemshaven landen. Er zijn extra velden nodig bij de bestaande en geplande 380kV-stations in de Eemshaven om deze elektriciteitsvraag aan te sluiten. Hierdoor is uitbreiding van de geplande stations of de aanleg van een nieuw station nodig, indien op het geplande station onvoldoende ruimte beschikbaar is. Bij de aanleg van een nieuw station is 10 ha aan ruimte nodig. Daarnaast is een kabel nodig vanaf de afnemers richting het geplande of nieuwe station. Vanwege ontwikkelingen in de energie-infrastructuur is het de verwachting dat in de Eemshaven meer ruimtebeslag nodig is dan het bovenstaande station. Dit varieert van een ruimtebeslag tussen 25 en 290 hectare, grotendeels afhankelijk van invulling van aanlanding windenergie op zee. Bij het minimum is een extra station met weinig effecten op Milieu & Ruimte te realiseren. Richting het maximum ruimtebeslag is de ruimtelijke inpassing vanwege beschikbare ruimte onzeker. Zie ook de beoordeling van de Eemshaven in Bijlage XIa.

Er wordt in de scenario's voor 2050 die gebruikt worden voor deze IEA/het PEH is voor de Eemshaven een grote hoeveelheid aan aanbod van elektriciteit voorzien, vanuit aanlanding van windparken op zee, hernieuwbare opwek op land en regelbare centrales. Het is de verwachting dat het grootste deel van de extra elektriciteitsvraag lokaal ingevuld wordt en dat geen uitbreidingen van 380kV-verbindingen nodig zijn om extra elektriciteit aan te voeren.

De extra elektriciteitsvraag van de CES heeft wel impact op het afvoeren van elektriciteit vanaf de Eemshaven. Aanlanding van windenergie op zee in Noord-Nederland kan leiden tot dusdanig grote overschotten aan elektriciteit dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. De hogere elektriciteitsvraag heeft ook invloed op de hoeveelheid niet-regelbare productie die gerealiseerd kan worden in Noord-Nederland, zonder dat nieuwe 380kV-verbindingen nodig zijn. De CES gaat uit van 3 GW tot 3,5 GW extra vraag (vollast). Dit betekent dat je extra windenergie op zee kwijt kan in Noord-Nederland zonder uitbreidingen van 380kV-verbindingen. Uit de doorrekening van de netbeheerders volgt dat met de aannames van de in deze IEA/PEH gebruikte scenario's al zeker 10 GW windenergie op zee elektrisch aan kan landen zonder uitbreidingen van de 380kV-verbindingen. Met de extra elektriciteitsvraag van de CES kan dus naar verwachting 13 GW elektrisch aanlanden bij de Eemshaven, zonder uitbreidingen van 380kV-verbindingen.

Conclusie

De elektriciteitsvraag in het cluster Noord-Nederland wordt mogelijk onderschat in de scenario's van de IEA. Bij een hogere elektriciteitsvraag is mogelijk meer ruimte nodig bij de Eemshaven voor een extra 380kV-station. Afhankelijk van andere ontwikkelingen (windenergie op zee) kan dit een knelpunt worden onder beschikbare ruimte voor Milieu & Ruimte.

Door een hogere elektriciteitsvraag bij de Eemshaven kan extra windenergie op zee aanlanden op deze locatie zonder dat uitbreidingen van 380kV-verbindingen nodig zijn.

3.3 MIEK-projecten

Bijna alle bestaande MIEK-projecten zijn meegenomen in de analyses. Een deel wordt meegenomen als verwachte ontwikkeling richting 2030 en een deel komt terug uit de analyses voor 2050. Met uitzondering van 380kV-station Moerdijk. Dit wordt niet meegenomen in de verwachte ontwikkelingen en komt ook niet naar voren uit de analyses voor 2050. Het 380kV-station Moerdijk is ondertussen ook meegenomen in het nieuwe investeringsplan van TenneT, het IP2022⁸. De effecten van het 380kV-station in Moerdijk staat eerder omschreven bij de analyse van het maximale ruimtebeslag in Moerdijk in paragraaf 3.1.1.

Conclusie

Het 380kV-station bij Moerdijk heeft ruimtelijke effecten die niet goed meegenomen worden in de analyses van de IEA. Dit wordt meegenomen in de analyses naar het maximale ruimtebeslag in Moerdijk in paragraaf 3.1.1.

3.4 Vollasturen wind op land en windenergie op zee

Het is de verwachting dat het aantal vollasturen voor windturbines op land en windturbines op zee toeneemt als windturbines vervangen of nieuwe geplaatst worden. Dit komt doordat nieuwe windturbines groter en hoger en meer afgestemd op het windregime zijn. Bij het opstellen van de scenario's van II3050, die gebruikt worden voor het PEH, is uitgegaan van 3.000 vollasturen voor wind op land en 4.500 vollasturen voor windenergie op zee. Voor de doorrekening van de netbeheerders is uitgegaan van een extreem weerjaar met weinig productie van hernieuwbare bronnen (weerjaar 1987). Hier is gerekend met 3.735 vollasturen voor windenergie op zee en 2.270 vollasturen voor wind op land.

⁸ De verwachte ontwikkelingen voor 2030 zijn gebaseerd op het vorige IP, het IP2020. Daarom valt het station niet onder de verwachte ontwikkelingen richting 2030.

Volgens de Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE) en de Nederlandse Windenergie Associatie (NWEA) ligt het gemiddeld aantal vollasturen voor windenergie op zee op 4.900 uur en voor wind op land op 3.865 uur in 2050⁹. Dit zou betekenen dat het aantal vollasturen onderschat is in de scenario's die gebruikt zijn voor deze IEA/het PEH.

In deze gevoeligheidsanalyse wordt de impact uitgewerkt van de verschillen op de benodigde ruimte voor nationale energie-infrastructuur en de effecten op het gebied van Milieu & Ruimte uit. Een hoger aantal vollasturen van windturbines op land en windturbines op zee heeft daarnaast ook impact op de effectbeoordeling Welvaartsanalyse voor structuurkeuze 7: Kernenergie (zie Bijlage XII *Welvaartsanalyse*). Hieronder worden de mogelijke effecten besproken.

3.4.1 Impact op inschatting benodigde ruimte voor energie-infrastructuur

Als windturbines op land en windturbines op zee meer vollasturen hebben, dan betekent dit dat er minder vermogen nodig is voor een bepaalde hoeveelheid elektriciteitsproductie of dat er meer elektriciteit wordt geproduceerd met het geplande vermogen.

Dit zou ertoe kunnen leiden dat minder vermogen aan windturbines gerealiseerd wordt omdat mogelijk minder vermogen nodig is om te voldoen aan de elektriciteitsvraag, maar of dit het geval is hangt af van hoe het scenario ingestoken is. In de scenario's die gebruikt worden voor deze IEA/het PEH is voor het bepalen van de vermogens voor wind op land en windenergie op zee niet direct gekeken hoeveel vermogen nodig is voor het invullen van de elektriciteitsvraag, maar is bijvoorbeeld het maximale potentieel aangenomen (bij scenario Regionale Sturing maximale potentie zon op dak, bij Nationale maximale potentie windenergie op zee). Daarom kan niet direct geconcludeerd wat het effect van meer vollasturen van windturbines op de invulling van de scenario's is.

Meer vollasturen van windturbines kunnen twee mogelijke gevolgen hebben:

- evenveel productie van elektriciteit bij meer vollasturen, dus minder windturbines;
- evenveel windturbines bij meer vollasturen, dus meer productie van elektriciteit.

Hieronder worden de mogelijke effecten bij beide opties besproken.

Evenveel productie van elektriciteit, dus minder windturbines

Als minder vermogen aan windturbines op land geplaatst worden, vermindert de belasting op de hoogspanningsnetten, en dan met name op de 150kV- en 110kV-netten. In principe kan dit ertoe leiden dat minder uitbreidingen aan de 150kV- en 110kV-netten nodig zijn, maar in het algemeen volgen er relatief weinig knelpunten op deze spanningsniveaus uit de doorrekeningen op basis van de scenario's. Dit komt onder meer door de pocketstructuur, waardoor overschotten van elektriciteit snel afgevoerd kunnen worden richting het 220kV- of 380kV-net. Daarnaast worden er grote vermogens aan batterijen aangenomen, die ingezet worden om de pieken van de opwek van wind en zon af te vlakken. Op het 220kV- en 380kV-net veroorzaakt hernieuwbare opwek op land geen knelpunten. Daarom heeft minder vermogen aan windturbines weinig invloed op de benodigde ruimte voor nieuwe energie-infrastructuur die volgt uit de analyses.

⁹ Zie [rekentool NWEA](#).

Effecten modellering batterijen

In de doorrekeningen zijn forse hoeveelheden batterijen (tot ruim 50 GW) meegenomen. Deze batterijen vangen een groot deel van de piekproductie van met name zonnepanelen (en in mindere mate windturbines op land) op. Dit is een belangrijke oorzaak voor het feit dat er amper knelpunten op het 110kV- en 150kV-uit de doorrekening komen. Het is nog erg onzeker of batterijen er in deze grote hoeveelheden komen en ook of deze daadwerkelijk op deze manier ingezet worden. Dit betekent dat het aantal knelpunten op deze spanningsniveaus mogelijk onderschat worden.

Het is niet de verwachting dat minder windturbines op zee geplaatst worden als het aantal vollasturen hoger blijkt uit te vallen, aangezien de ambitie uitgesproken is om 70 GW windenergie op zee te realiseren in 2050. Mogelijk is het wel zo dat minder vermogen van windparken op zee elektrisch aanlandt en dus meer in de vorm van waterstof. Dit zou ertoe leiden dat minder ruimte nodig is op aanlandingspunten voor convertorstations en aansluitingen bij 380kV-stations en mogelijk ook minder uitbreidingen van 380kV-verbindingen. Al zal dit effect beperkt zijn aangezien de onderschatting van het aantal vollasturen minder dan 10% is.

Een lager vermogen aan windturbines op land en windturbines op zee met meer vollasturen heeft een beperkte invloed op de hoeveelheid opslag van elektriciteit, elektrolyse en productie van regelbare centrales.

Evenveel windturbines bij, dus hogere productie van elektriciteit

Bij evenveel windturbines (op land en op zee) en meer productie van elektriciteit neemt de piekbelasting op de hoogspanningsnetten niet toe. Wel kan het zo zijn dat er gedurende langere periodes overschotten zijn, waardoor het financieel gunstiger wordt om nieuwe hoogspanningsverbindingen aan te leggen in plaats van het toepassen van redispatch. Het kan zo zijn dat daardoor mogelijk extra uitbreidingen aan hoogspanningsverbindingen nodig zijn. Het is de verwachting dat dit niet of nauwelijks zal gebeuren bij 150kV- of 110kV-netten door extra productie van windturbines op land, aangezien op die netvlakken überhaupt weinig knelpunten plaatsvinden. Mogelijk kan het hogere aantal vollasturen van windenergie op zee er wel toe leiden dat er meer uitbreidingen aan 380kV-verbindingen nodig zijn doordat er meer uren sprake is van overbelasting (de piekbelasting neemt niet toe door meer vollasturen), maar dit is erg afhankelijk van de specifieke situatie en de impact hiervan is vermoedelijk beperkt.

Doordat de windturbines meer elektriciteit produceren is minder inzet van regelbare centrales nodig. Dit zal er echter niet toe leiden dat er minder vermogen en daarmee minder ruimte voor regelbare centrales nodig is, aangezien het vermogen aan regelbare centrales gedimensioneerd zijn om te voorzien in de elektriciteitsvraag op de momenten met geen of weinig productie van wind en zon.

Conclusie

De effecten van een hoger vollasturen van windturbines op de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur is afhankelijk van de specifieke uitwerking. Mogelijk wordt de benodigde ruimte voor energie-infrastructuur iets overschat doordat in de analyses van deze IEA uitgegaan wordt van een laag aantal vollasturen.

3.4.2 Impact op effectbeoordeling

Het hogere aantal vollasturen heeft impact op de Welvaartsanalyse op structuurkeuze 7: toepassing kernenergie, aangezien daar een optie met kernenergie (optie 1) vergeleken wordt met een optie zonder kerncentrales en met windturbines op land en extra productie van waterstofcentrales (optie 2). Door het

hogere aantal vollasturen van windturbines op land is minder inzet van waterstofcentrales nodig, waardoor de totale kosten voor het scenario met windturbines op land en extra productie van waterstofcentrales lager uitvalt.

Tabel 3-3 geeft een overzicht van de effecten van het hogere aantal vollasturen windenergie op de productie van verschillende bronnen, zowel bij het scenario met kernenergie als het scenario met windturbines op land en extra productie van waterstofcentrales.

Tabel 3-3 - Productie verschillende bronnen bij verschillende scenario's

Techniek	Optie 1: Geen kernenergie		Optie 2: Kernenergie		Eenheid
	Referentie	Meer vollasturen	Referentie	Meer vollasturen	
Windenergie op zee	112.0	147.0	112.0	147.0	TWh
Zon op dak	48.4	48.4	48.4	48.4	TWh
Zon op veld	0.0	0.0	0.0	0.0	TWh
Wind op land	23	39	0	0	TWh
Kernenergie	0	0	72	72	TWh
Waterstofcentrales	87	65	53	41	TWh

Meer vollasturen betekent meer productie met hetzelfde aantal windturbines en dus minder inzet van waterstofcentrales. Dit is in het voordeel van optie 1 (geen kernenergie). Om te kijken wat de invloed hiervan is op de uitkomsten van de Welvaartsanalyse, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd met deze hogere aantallen vollasturen. Tabel 3-4 geeft een overzicht van de uitkomsten van de Welvaartsanalyse van de referentie, met het oorspronkelijke aantal vollasturen voor windturbines (3.735 vollasturen voor windenergie op zee en 2.270 vollasturen voor wind op land).

Tabel 3-4 - Uitkomsten Welvaartsanalyse structuurkeuze 7: Overzicht kosten en baten in miljarden euro's, referentiesituatie met oorspronkelijke aantal vollasturen

		Optie 1: Geen kernenergie			Optie 2: Kernenergie		
		A	B	C	A	B	C
Financieel	Energieproductie (+ import)	-600	-660	-730	-700	-670	-630
	Energieopslag	-80	-80	-80	-67	-67	-67
	Elektriciteitsinfra	-5	-5	-5	-6	-6	-6
		-686	-746	-816	-773	-743	-703
Maatschappelijk	Energieproductie (+ import)	-6	-6	-6			
	Recreatie	-	-	-			
	Nucleaire veiligheid ¹⁰				--	--	--
	Energieopslag	Geen effect					
	Tijdelijke berging nucleair afval				Meegenomen in kosten energieproductie		
	Eindberging nucleair afval				--	--	--
	Elektriciteitsinfra				-0,03	-0,03	-0,03
		-6	-6	-6	-0,03	-0,03	-0,03
	Saldo	-692	-752	-822	-773	-743	-703
	Natuur en biodiversiteit	-	-	-			
	Leveringszekerheid	Differentieert niet					
	Voorzieningszekerheid	Differentieert niet					

¹⁰ Externe kosten zijn niet kwantitatief te bepalen. Een literatuurstudie naar de woningwaardedalingen rondom kerncentrales levert geen eenduidige conclusie op. De gevoeligheidsanalyse in deze paragraaf is bedoeld om een beeld te schetsen van de impact van nucleaire veiligheid op de uitkomst van deze Welvaartsanalyse.

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. Tabel 3-5 toont de samengevatte uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse. De kosten voor energieproductie vallen in optie 1 (geen kernenergie) aanzienlijk lager uit (14 tot 15% lager dan de referentie, zichtbaar in Tabel 3-5). Ook voor optie 2 (kernenergie) vallen de kosten lager uit (9 tot 11% lager dan de referentie, zie Tabel 3-4). De financiële kosten voor energieproductie vallen in scenario A en B nu duidelijk lager uit voor optie 1 dan voor optie 2. Aangezien de kosten voor energieproductie het voornaamste deel van de kosten in de Welvaartsanalyse omvatten, valt de Welvaartsanalyse in scenario A en B voordeliger uit voor optie 1. In alle scenario's (A, B en C) zijn de verschillen tussen optie 1 en optie 2 groter geworden. Vooral in scenario B is het effect duidelijk zichtbaar omdat de uitkomsten in de referentie relatief dichtbij elkaar lagen.

Tabel 3-5 - Uitkomsten Welvaartsanalyse structuurkeuze 7: Overzicht kosten en baten in miljarden euro's, referentie, gevoeligheidsanalyse vollasturen windturbines

		Optie 1: Geen kernenergie			Optie 2: Kernenergie		
		A	B	C	A	B	C
Financieel	Energieproductie (+ import)	-510	-560	-630	-640	-610	-560
	Energieopslag	-80	-80	-80	-67	-67	-67
	Elektriciteitsinfra	-5	-5	-5	-6	-6	-6
		-595	-650	-760	-713	-683	-633
Maatschappelijk		-6	-6	-6	-0,03	-0,03	-0,03
	Saldo	-601	-656	-766	-713	-683	-633

Het effect van het aantal vollasturen van windturbines op de overige effectbeoordelingen is beperkt.

Conclusie

In de referentie Welvaartsanalyse wordt uitgegaan van een laag aantal vollasturen voor windturbines, omdat in de modellering gerekend wordt met een extreem weerjaar. Bij een hoger aantal vollasturen voor windturbines valt de Welvaartsanalyse voor de optie zonder kernenergie gunstiger uit ten opzichte van de optie met kernenergie, in vergelijking met de referentiesituatie met minder vollasturen.

3.5 Mogelijke reserveringen Gasunie

Gasunie geeft aan dat bij de aanleg van parallelle waterstofleidingen zoals benoemd in Tabel 2-7 en Tabel 2-8 er tot 5 meter extra ruimte aan één kant van de leiding nodig is, waar de parallelle leiding niet in een buisleidingenstrook ligt. Dit geldt voor de meeste leidingen in de tabellen, met uitzondering van (een groot deel van) de strook voor de aansluiting van de gascentrales in Rotterdam/Maasvlakte en in Maasbracht. De werkelijke benodigde ruimte is afhankelijk van de afstand van de nieuwe leiding t.o.v. de bestaande leiding, en de afstand van het uiteindelijk gekozen traject. De genoemde trajecten in paragraaf 2.10 zijn beoordeeld voor Milieu & Ruimte in paragraaf 3.5.1.

Waar nieuwe aansluitleidingen of aftakkingen van het hoofdnet in nieuwe tracés nodig zijn, is waarschijnlijk 5 meter extra ruimte aan beide kanten van de leiding nodig. Dit is bijvoorbeeld naar locaties van elektrolyzers, en waterstofopslagen in nieuw aan te leggen zoutcavernes.

De uiteindelijke benodigde leidingen zijn afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden in het energiesysteem. Gasunie geeft aan dat het wenselijk is om ruimtelijke reserveringen te maken om de mogelijkheid te hebben parallelle leidingen te leggen buiten de SVB-stroken, en om nieuwe leidingen aan te leggen. Daarnaast zijn er ruimtelijke reserveringen nodig voor compressorstations op twee locaties, zijnde Tjechum en Hoeksche Waard.

3.5.1 Beoordeling Milieu & Ruimte

De mogelijke reserveringen voor nieuwe verbindingen van Gasunie genoemd in paragraaf 2.10 zijn beoordeeld voor Milieu & Ruimte. Er is hier een tweedeling in de verbindingen toegepast. Voor nieuwe verbindingen die langer dan 10 kilometer hemelsbreed zijn en niet via een bestaande buisleidingenstrook aangesloten worden is een uitgebreide beoordeling uitgevoerd. Bij kortere verbindingen is er sprake van een regionale ruimtebehoefte, hiervoor is een korte scan met eventuele aandachtspunten opgenomen. Bij verbindingen die via de buisleidingenstrook aangesloten kunnen worden geldt dat er wordt aangenomen in lijn met de IEA dat er voldoende ruimte is binnen de gereserveerde buisleidingenstroken en dat dit geen nieuwe ruimtelijke effecten betekent. Omdat het niet duidelijk is of er nieuwe compressorstations nodig zijn op specifieke locaties wordt dit niet meegenomen in de beoordeling. Dit kan betekenen dat enkele lokale effecten niet in beeld zijn gebracht. In Tabel 3-6 is per verbinding aangegeven of, en zo niet waarom, deze nader wordt beoordeeld voor Milieu & Ruimte. Zie Bijlage X voor een uitleg van de beoordelingsmethodiek Milieu & Ruimte.

Tabel 3-6 - Overzicht welke mogelijke aansluitleidingen worden beoordeeld voor Milieu & Ruimte

Van	Naar	Beoordeling M&R
Aansluitleidingen		
Eemshaven	Aansluiting op waterstofnetwerk	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Sloegebied	Vlissingen (aansluiting op RIB Zeeland)	Scan, korte afstand verbinding
Middenmeer	Compressorstation Wieringermeer of station Oudelandertocht	Scan, korte afstand verbinding
Den Helder	Balgzand, Julianadorp/ Callantsoog of Anna Paulowna	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Simonshaven/ Botlek	M&R Vondelingenplaat of een industrie-GOS in de Botlek	Scan, korte afstand verbinding
Maasbracht	GOS Clauscentrale	Scan, korte afstand verbinding
Terneuzen	Aansluiting Dow Terneuzen	Scan, korte afstand verbinding
IJmond	Aansluiting op terrein Tata Steel of compressorstation Beverwijk	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Chemelot	M&R Sanderbout	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Diemen	GOS Diemen-centrale	Scan, korte afstand verbinding
Bergum	Aansluiting op waterstofnetwerk	Scan, korte afstand verbinding
Maasbracht	Aansluiting op waterstofnetwerk	Scan, korte afstand verbinding
Eemshaven	Aansluiting op waterstofnetwerk	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Rotterdam/ Maasvlakte	Aansluiting op waterstofnetwerk	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Sloegebied	Aansluiting op waterstofnetwerk	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
Diemen	Aansluiting op waterstofnetwerk	Uitgebreide beoordeling
Lelystad	Aansluiting op waterstofnetwerk bij Ommen	Uitgebreide beoordeling
Aansluitleidingen aardgasopslagen		
UGS Grijskerk	Tripscompagnie	Scan, buisleidingenstrook aanwezig
UGS Norg	Tripscompagnie	Uitgebreide beoordeling
PGI Alkmaar	SVB-strook nabij Alkmaar	Scan, korte afstand verbinding
UGS Bergermeer	SVB-strook nabij Alkmaar	Scan, korte afstand verbinding
Oud-Beijerland- Zuid	Aansluiting op waterstofnetwerk Rotterdam (mogelijk Gasunie mengstation Pernis)	Scan, korte afstand verbinding

Scan aandachtspunten

Voor de scan volgt hieronder een korte omschrijving van het zoekgebied (Tabel 3-7) en beoordeling met ruimtelijke en milieutechnische aandachtspunten (Tabel 3-8). De locatie van de mogelijk nieuwe verbindingen is niet precies bekend. Om een beoordeling te doen is aangenomen dat indien mogelijk de buis-

leidingenstrook wordt gevolgd. Waar dat niet kan is (zoveel mogelijk) parallelligging met een bestaande gasleiding van Gasunie aangenomen.

Tabel 3-7 - Omschrijving zoekgebied voor Milieu & Ruimte

Van	Naar	Omschrijving zoekgebied
Aansluitleidingen		
Eemshaven	Aansluiting op waterstofnetwerk	De aansluitleiding loopt door Noord-Groningen in open agrarisch gebied. Er liggen verspreid enkele woonkernen. De leiding loopt deels door aardkundig waardevol gebied.
Sloegebied	Vlissingen (aansluiting op RIB Zeeland)	De aansluitleiding loopt vanaf het haven- en industriegebied door agrarisch gebied naar Vlissingen. Er worden geen woonkernen gekruist.
Middenmeer	Compressorstation Wieringermeer of station Oudelandertocht	De aansluitleiding loopt door agrarisch gebied in de kop van Noord-Holland. Nabijgelegen zijn de rijkswegen A7 en N242. Er is glastuinbouw aanwezig aan de oostzijde van de aansluitleiding.
Den Helder	Balgzand, Julianadorp/ Callantsoog of Anna Paulowna	De aansluitleiding loopt door grotendeels agrarisch gebied in de kop van Noord-Holland. Nabijgelegen zijn Den Helder Airport en bedrijfsterreinen. Er liggen verspreid enkele woonkernen. Rondom de route zijn recreatiegebieden aanwezig.
Simonshaven/ Botlek	M&R Vondelingenplaat of een industrie-GOS in de Botlek	De aansluitleiding loopt door het havengebied van Rotterdam, door bedrijfsterreinen. De rijksweg A15 loopt aan de zuidelijke kant van de leidingenstrook.
Maasbracht	GOS Clauscentrale	De aansluitleiding loopt grotendeels door agrarisch gebied en bedrijfsterrein in Limburg. Nabijgelegen zijn de woonkernen Maasbracht en Brachterbeek. De rijksweg A2 loopt aan de westzijde langs de aansluitleiding. De GOS Clauscentrale grenst aan de Maas.
Terneuzen	Aansluiting Dow Terneuzen	De aansluitleiding loopt door agrarisch gebied naar bedrijfsterrein Dow Terneuzen. Deze ligt ten zuiden van de Westerschelde in Zeeland. Er liggen twee woonkernen in de nabijheid, Hoek en Terneuzen. De aansluitleiding kruist de N62 en loopt parallel aan een spoorweg.
IJmond	Aansluiting op terrein Tata Steel of compressorstation Beverwijk	De aansluitleiding loopt door verschillende woonkernen van Noord-Holland. De leiding loopt door NNN-gebieden, archeologische monumenten en gebieden aangewezen als UNESCO-werelderfgoed Stelling van Amsterdam.
Chemelot	M&R Sanderbout	Vanaf het industrieterrein Chemelot loopt de aansluitleiding door woonkern naar Sanderbout in Limburg. De leiding kruist de A2. De leiding loopt door het nationale landschap Zuid-Limburg.
Diemen	GOS Diemen-centrale	De aansluitleiding loopt door agrarisch gebied, onder de A1 en A9 naar de GOS centrale in Diemen. De woonkernen Diemen, Amsterdam en IJburg liggen in het zoekgebied, maar worden niet gekruist.
Bergum	Aansluiting op waterstofnetwerk	De aansluitleiding loopt door agrarisch gebied langs het Bergumermeer. De woonkern Bergum ligt aan de westzijde, maar wordt niet gekruist. De aansluitleiding loopt door nationaal landschap Noardlike Fryske Wâlden.

Van	Naar	Omschrijving zoekgebied
Maasbracht	Aansluiting op waterstofnetwerk	De aansluitleiding loopt door grotendeels agrarisch gebied naar de aansluiting van het waterstofnetwerk in Limburg en kruist rijksweg A73. Er zijn enkele woonkernen aanwezig in het gebied.
Rotterdam /Maasvlakte	Aansluiting op waterstofnetwerk	Vanaf de Maasvlakte gaat de leiding door een leidingstrook van de haven van Rotterdam door zwaar industrieel gebied richting het landelijke waterstofnetwerk.
Sloegebied	Aansluiting op waterstofnetwerk	Vanaf havengebied Sloegebied in Zeeland, loopt de aansluitleiding door agrarisch gebied naar de aansluiting van het waterstofnetwerk. Er bevinden zich enkele woonkernen op de route. Het schiereiland wordt omringd door Natura 2000-gebied Westerschelde & Saefinghe aan de zuidkant en de Oosterschelde aan de noordkant.
Aansluitleidingen aardgasopslagen		
UGS Grijpskerk	Tripscompagnie	De aansluitleiding loopt door agrarisch gebied in Groningen. In het gebied ligt de stad Groningen en enkele kleinere woonkernen. Het nationaal landschap Middag-Humsterland ligt in het gebied, met bijbehorende aardkundige waarden.
PGI Alkmaar	SVB-strook nabij Alkmaar	De aansluitleiding loopt van een bedrijfsterrein door agrarisch gebied naar de sluiting op de SVB-strook nabij Alkmaar in Noord-Holland. De woonkern Alkmaar ligt ten noorden van de leiding.
UGS Bergermeer	SVB-strook nabij Alkmaar	De aansluitleiding loopt van een bedrijfsterrein door agrarisch gebied naar de sluiting op de SVB-strook nabij Alkmaar in Noord-Holland. De woonkern Alkmaar ligt ten noorden van de leiding.
Oud-Beijerland-Zuid	Aansluiting op waterstofnetwerk Rotterdam (mogelijk Gasunie mengstation Pernis)	De aansluitleiding loopt door agrarisch gebied naar de aansluiting op waterstofnetwerk Rotterdam. De woonkern Oud-Beijerland ligt ten noorden van de leiding. De leiding loopt door het nationale landschap Hoeksche Waard. De twee watergangen die gekruist worden zijn aangeduid als aardkundige waarden.

Tabel 3-8 - Beoordeling Milieu & Ruimte

Locatie	Beoordeling	Aanduiding
Aansluitleidingen		
Eemshaven – Aansluiting op waterstofnetwerk		
Occupatie	Open agrarisch gebied, kruist geen woonkernen. Kruist een risico-installatie.	2
Netwerk	Loopt vrijwel geheel parallel met bestaande energie-infrastructuur en hoogspannings- en buisleidingen. Beakt geen NNN-gebieden.	1
Ondergrond	Enkele bekende archeologische waarden en aardkundige waarden aanwezig, maar loopt al een buisleidingenstrook.	1
Sloegebied – Vlissingen (aansluiting op RIB Zeeland)		
Occupatie	Deels bedrijventerrein, deels agrarisch gebied. Kruist woonkern van Vlissingen. Kruist volkstuinten.	2
Netwerk	Bovengrondse hoogspanningsleiding aanwezig.	2
Ondergrond	Archeologische monumenten aanwezig op route. Deels zettingsgevoelige bodem (0,1–1 m). In nabijheid van Natura 2000-gebied Westerschelde & Saefinghe.	2
Middenmeer - Compressorstation Wieringermeer of station Oudelandertocht		
Occupatie	Open agrarisch gebied. Voor route naar compressorstation Wieringermeer is glastuinbouw aanwezig op de route. Externe veiligheid is aandachtspunt indien station uitgebreid moet worden.	2

Locatie	Beoordeling	Aanduiding
Netwerk	Aanwezigheid van rijksweg A7 bij route naar compressorstation Wieringermeer. Aanwezigheid van ondergrondse hoogspanningskabel en vaarweg bij route naar station Oudelandertocht.	1
Ondergrond	Aanwezigheid van aardkundige waarden. Licht zettingsgevoelige bodem (0,1-0,3 m).	2
Den Helder - Balgzand, Julianadorp/ Callantsoog of Anna Paulowna		
Occupatie	Via buisleidingenstrook kruist de verbinding bedrijfsterreinen, woonkern Julianadorp en recreatief gebied. Buisleidingenstrook is al aanwezig.	1
Netwerk	Via buisleidingenstrook kruist de leiding een spoorweg.	1
Ondergrond	Licht zettingsgevoelig (0,1-0,5 m).	1
Simonshaven/Botlek - M&R Vondelingenplaat of een industrie-GOS in de Botlek		
Occupatie	Bedrijfsterreinen. Aanwezigheid van risicovolle inrichtingen. Indien Simonshaven dan sprake van agrarisch gebied.	2
Netwerk	Kruist vaarwegen en NNN-gebied. Loopt parallel aan grote hoeveelheid buisleidingen. A15 ligt aan de zuidzijde.	2
Ondergrond	Kruist geen aardkundige en archeologische waarden. Zettingsgevoelig (0,1-1,0 m).	1
Maasbracht - GOS Clauscentrale		
Occupatie	Leiding loopt tussen twee woonkernen, door agrarisch gebied.	1
Netwerk	Er loopt een risicovolle buisleidingenstrook parallel aan de route van de aansluitleiding. De rijksweg A2 ligt in de buurt. Tevens in de buurt ligt een NNN-gebied, maar deze wordt niet gekruist.	1
Ondergrond	Kruist geen aardkundige en archeologische waarden.	1
Terneuzen - Aansluiting Dow Terneuzen		
Occupatie	Door agrarisch gebied naar bedrijfsterrein. Raakt geen woonkernen of risicovolle inrichtingen.	1
Netwerk	De al aanwezige buisleidingenstrook kruist de N62 en loopt parallel aan een spoorweg. Aanwezigheid van bovengrondse hoogspanningskabels. Risicovolle buisleidingen lopen ook parallel aan buisleidingenstrook.	1
Ondergrond	Geen aardkundige of archeologische waarden aanwezig. Westerschelde & Saefinghe is een Natura 2000-gebied, maar wordt niet gekruist.	1
IJmond - Aansluiting op terrein Tata Steel of compressorstation Beverwijk		
Occupatie	Via al aanwezige buisleidingenstrook kruist het verschillende woonkernen en bedrijfsterreinen. Kruist risico-installatie.	1
Netwerk	Buisleidingenstrook loopt deels door NNN-gebied. Kruist spoorwegen. Kruist een vaarweg. Buisleidingenstrook kruist aantal ondergrondse hoogspanningskabels.	1
Ondergrond	De buisleidingenstrook loopt door de Stelling van Amsterdam, dat is opgenomen op de UNESCO werelderfgoedlijst. Kruist archeologisch monument.	1
Chemelot - M&R Sanderbout		
Occupatie	Loopt deels door agrarisch gebied en door woonkern van Geleen.	1
Netwerk	De buisleiding kruist een spoorweg.	1
Ondergrond	De leiding loopt door nationaal landschap Zuid-Limburg. Door ondergrondse aanleg kleine kans op effecten.	1
Diemen - GOS Diemen-centrale		
Occupatie	Agrarisch gebied. Woonkernen en risicovolle inrichtingen worden niet gekruist.	1
Netwerk	Leiding kruist de A1 en A9. Loopt deels door NNN-gebied.	2
Ondergrond	Geen aardkundige waarden en archeologische monumenten aanwezig. Natura 2000-gebied in nabijheid aanwezig. De Nieuwe Hollandse Waterlinie (UNESCO-werelderfgoed) is in nabijheid aanwezig.	1
Bergum - Aansluiting op waterstofnetwerk		
Occupatie	Agrarisch gebied. Woonkernen op afstand.	1
Netwerk	Er wordt NNN-gebied gekruist nabij Bergumermeer.	2
Ondergrond	Leiding van Bergum naar aansluiting op waterstofnetwerk loopt door nationaal landschap Noardlike Fryske Wâlden en kruist aardkundige waarden.	2

Locatie	Beoordeling	Aanduiding
Maasbracht - Aansluiting op waterstofnetwerk		
Occupatie	Loopt door agrarisch gebied. Woonkernen worden niet gekruist.	1
Netwerk	De leiding ligt parallel aan de bestaande gasleiding. Deze kruist een spoorweg en NNN-gebied. Deel van leiding loopt parallel aan andere buisleidingen.	1
Ondergrond	Aardkundige waarden worden gekruist.	2
Rotterdam/Maasvlakte - Aansluiting op waterstofnetwerk		
Occupatie	Industrieel gebied waar al veel buisleidingen zijn gereserveerd. Buisleidingenstrook al aanwezig. Aandachtspunt is externe veiligheid door aanwezige buisleidingen en industrie.	2
Netwerk	Buisleidingenstrook kruist veel infrastructuur en aanwezige buisleidingen, beperkt beschikbare ruimte	2
Ondergrond	Geen aandachtspunten	1
Sloegebied - Aansluiting op waterstofnetwerk		
Occupatie	Agrarisch gebied, er worden geen woonkernen gekruist. Leiding loopt door glastuinbouw.	1
Netwerk	Buisleiding kruist en loopt parallel aan spoorweg. Kruist 2 vaarwegen. Loopt op delen door NNN-gebied.	2
Ondergrond	Geen aardkundige waarden aanwezig.	1
Aansluitleidingen aardgasopslagen		
UGS Grijskerk - Tripscompagnie		
Occupatie	Agrarisch gebied. Er worden geen woonkernen en risicovolle inrichtingen geraakt.	1
Netwerk	Buisleidingenstrook kruist een deel van NNN-gebied. Bovengrondse hoogspanningskabels worden gekruist, maar dit geeft geen kans op effecten. Enkele risicovolle buisleidingen worden gekruist.	1
Ondergrond	Buisleidingenstrook kruist nationaal landschap Middag-Humsterland en aardkundige waarden. Licht zettingsgevoelig (0,1-0,3 m).	2
PGI Alkmaar - SVB-strook nabij Alkmaar		
Occupatie	Deels bedrijfsterrein, deels agrarisch gebied. Woonkern Alkmaar wordt niet gekruist. Geen risicovolle inrichting.	1
Netwerk	Er wordt een vaarweg gekruist.	1
Ondergrond	Geen aardkundige waarden aanwezig.	1
UGS Bergermeer - SVB-strook nabij Alkmaar		
Occupatie	Deels bedrijfsterrein, deels agrarisch gebied. Woonkern Alkmaar wordt niet gekruist. Geen risicovolle inrichting.	1
Netwerk	Er wordt een vaarweg gekruist.	1
Ondergrond	Geen aardkundige waarden aanwezig.	1
Oud-Beijerland-Zuid - Aansluiting op waterstofnetwerk Rotterdam (mogelijk Gasunie mengstation Pernis)		
Occupatie	Agrarisch gebied.	1
Netwerk	Leiding kruist twee watergangen die onderdeel zijn van NNN-gebied. De leiding loopt parallel aan andere buisleidingen.	1
Ondergrond	Leiding loopt door nationaal landschap Hoeksche Waard. De twee watergangen hebben aardkundige waarden.	1

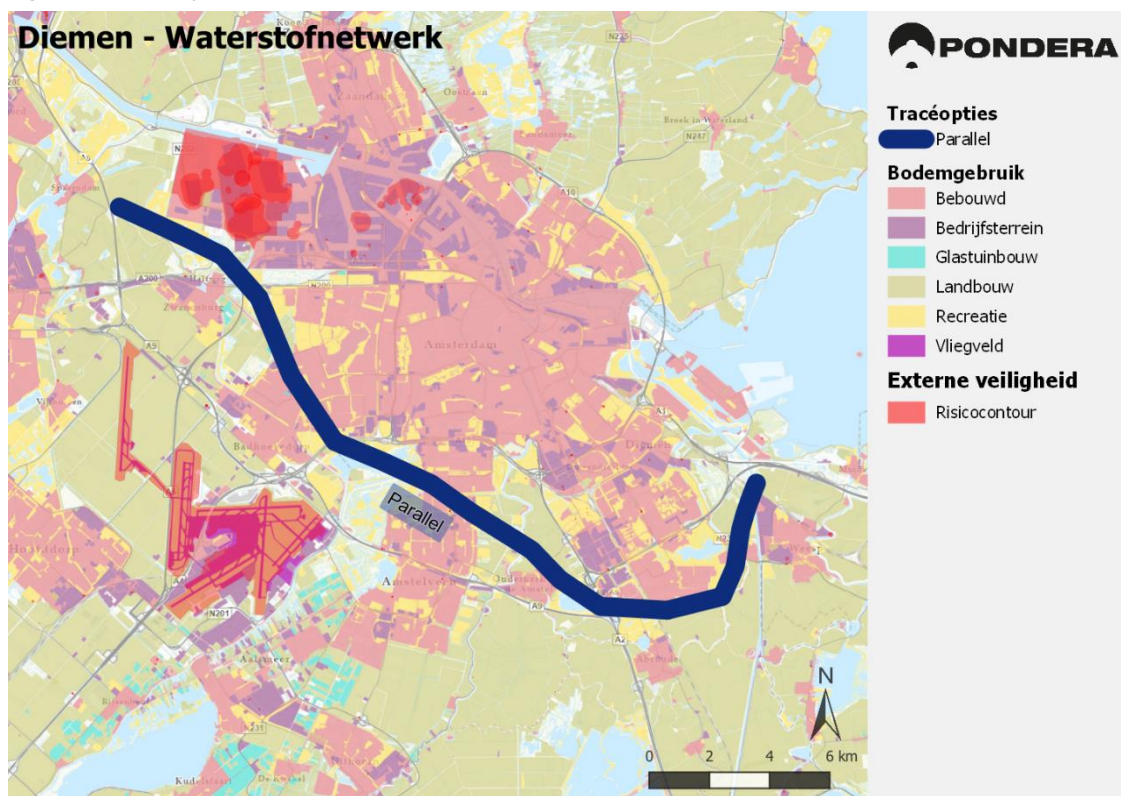
Uitgebreide beoordeling

Voor de mogelijk nieuwe verbindingen Diemen-waterstofnetwerk, Lelystad-waterstofnetwerk en UGS Norg-Tripscompagnie volgt hieronder uitgebreide milieubeoordeling. De locatie van de mogelijk nieuwe verbindingen is niet precies bekend. Om een beoordeling te doen is aangenomen dat indien mogelijk de buisleidingenstrook wordt gevolgd. Waar dat niet kan is (zoveel mogelijk) parallelligging met een bestaande gasleiding van Gasunie aangenomen. Zie Bijlage X voor de methodiek van de beoordeling vanuit Milieu & Ruimte. Kaartbeelden van de nieuwe verbindingen en de occupatielaag zijn hieronder weergegeven. Kaarten van de locaties en netwerk- en ondergrondlaag zijn opgenomen in bijlage B bij dit document.

Diemen-Waterstofnetwerk

De mogelijke verbinding van Diemen richting het waterstofnetwerk gaat vanaf Diemen in westelijke richting naar de buisleidingenstrook waar het waterstofnetwerk op dit moment is voorzien aan de westzijde van de haven van Amsterdam. Dit betekent dat de verbinding rondom Amsterdam getraceerd moet worden. Hierbij volgt de tracéoptie bestaande buisleidingen van Gasunie die grotendeels in stedelijk gebied of aan de rand daarvan liggen. In Figuur 3-2 is de tracéoptie weergegeven.

Figuur 3-2 - Tracéoptie Diemen-Waterstofnetwerk



De tracéoptie gaat vanaf de oostkant van Diemen in zuidelijke richting langs de Gaasperplas en gaat om Amsterdam Zuidoost heen, ten noorden van Ouderkerk aan de Amstel en Amstelveen. Het nieuwe Meer wordt gekruist en na de kruising van rijksweg A4 kruist het tracé de woonkern rondom Badhoevedorp. In noordelijke richting gaat de tracéoptie richting de haven van Amsterdam om vervolgens westelijk af te buigen richting een aansluiting met het waterstofnetwerk.

Effecten occupatielaag. De tracéoptie ligt voor een groot deel in of nabij stedelijk gebied van Amsterdam, dit betekent een grote kans op effecten. Een deel ligt ook in agrarisch grasland, hier is een kleine kans op effecten omdat dit parallel aan een bestaande verbinding ligt. Er liggen verschillende kleine $PR10^{-6}$ risicocontouren in de omgeving, naar verwachting levert dit geen grote externe veiligheidsrisico's op. Dit betekent een kleine kans op effecten. Aan de randen van de woonkernen liggen veelal recreatieve gebieden. Het gaat onder andere om parken, plassen, golfbanen en volkstuinten. De tracéoptie kruist veel van dergelijke gebieden. De hinder zal enkel tijdelijk zijn tijdens de aanleg, dit betekent een middelgrote kans op effecten. Voor de totale occupatielaag is de kans op effecten groot vanwege kruising van stedelijk gebied.

Effecten netwerklaag. De tracéoptie ligt parallel met bestaande buisleiding van Gasunie. Daarnaast worden er verschillende hoogspanningsverbindingen, zowel bovengronds als ondergronds, rijkswegen en spoorwegen gekruist. Ook zijn er andere buisleidingen die worden gekruist. Deze infrastructuur wordt niet beperkt, maar is wel een aandachtspunt bij realisatie. De tracéoptie heeft een lengte van circa 35 km, vanwege de parallelligging met een bestaande buisleiding is het ruimtebeslag circa 20 ha. Dit is een kleine kans op effecten voor ruimtebeslag. Circa 15% ligt in Natuurnetwerk Nederland, door de parallelle ligging is de kans op (extra) effecten middelgroot. Voor de totale netwerklaag geldt een middelgrote kans op effecten vanwege ligging in Natuurnetwerk Nederland (middelblauwe aanduiding).

Effecten ondergrondlaag. De bodem is zettingsgevoelig (tot 1 meter) over een groot deel van het tracé, dit is een grote kans op effecten vanwege ondergrondse aanleg. Er is geen grondwaterbeschermingsgebied of Natura 2000-gebied aanwezig. Er worden enkele bekende archeologische en aardkundige waarden gekruist tussen Amsterdam en Amstelveen. Er is overwegend een lage trefkans op archeologische waarden. De combinatie archeologische en aardkundige waarden betekent een middelgrote kans op effecten. Ook ligt de tracéoptie langs UNESCO Stelling van Amsterdam en Nationaal Landschap Groene Hart. Door de ondergrondse ligging is de kans op effecten middelgroot. Voor de totale ondergrondlaag is de kans op effecten groot vanwege zettingsgevoeligheid (donkerblauwe aanduiding).

In Tabel 3-9 staat de beoordeling van de drie lagen occupatie, netwerk en ondergrond. Het stedelijk gebied en zettingsgevoelige bodem zijn belangrijke aandachtspunten. Indien er een procedure wordt opgestart voor deze ontwikkelingen, zijn deze aandachtspunten mede bepalend voor de haalbaarheid.

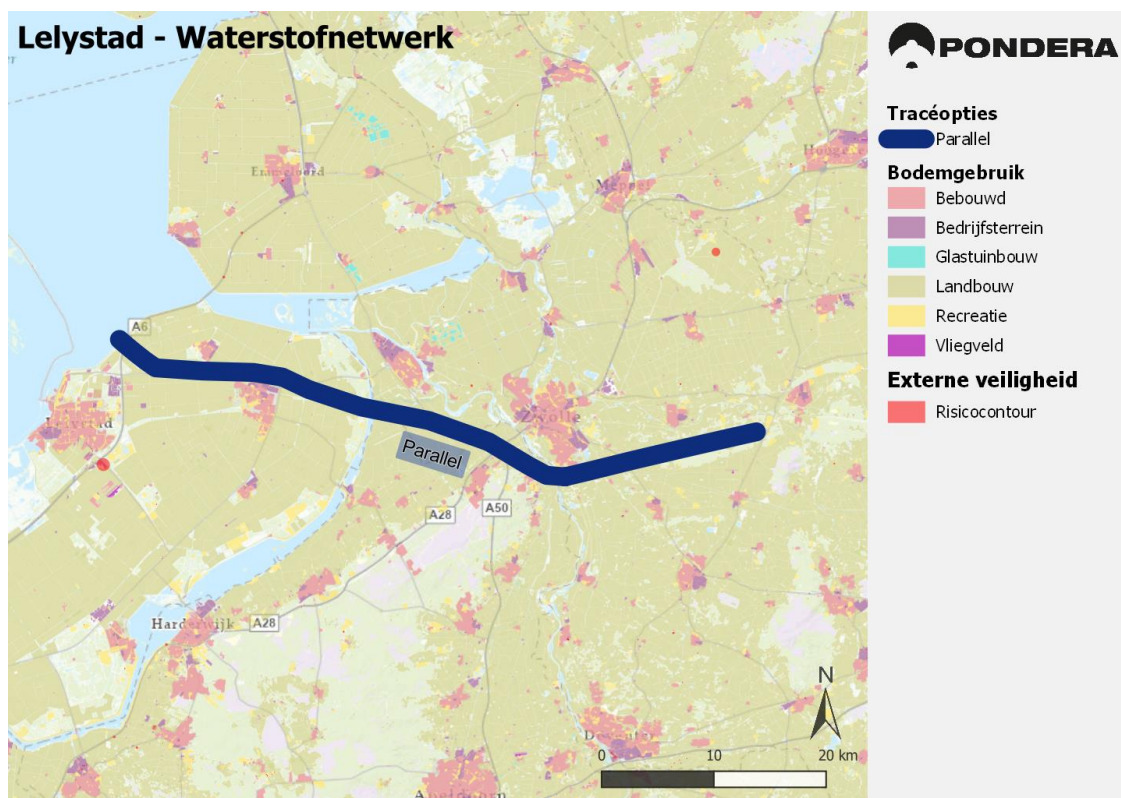
Tabel 3-9 - Beoordeling lagen verbinding Diemen – waterstofnetwerk

Laag	Aanduiding
Occupatie	3
Netwerk	2
Ondergrond	3

Lelystad – Waterstofnetwerk

De mogelijke verbinding van Lelystad richting het waterstofnetwerk gaat vanaf de Barro-locatie Lelystad in oostelijke richting naar de buisleidingenstrook nabij Ommen waar het waterstofnetwerk op dit moment is voorzien. De tracéoptie ligt parallel aan bestaande buisleidingen van Gasunie. Deze kruist voornamelijk agrarisch gebied in de Flevopolder en rondom Zwolle. In Figuur 3-3 is de tracéoptie weergegeven.

Figuur 3-3 - Tracéoptie Lelystad – Waterstofnetwerk



De tracéoptie gaat vanaf de Barro-locatie Lelystad oostwaarts door agrarisch akker- en grasland parallel aan provinciale weginfrastructuur tussen Swifterbant en Dronten. Ten zuiden van de Reevesluis kruist de tracéoptie het Drontermeer en vervolgt de route in zuidoostelijke richting naar Hattem. Hier ligt de tracéoptie tussen de woonkern Hattem en de IJssel. Aan de zuidkant van Zwolle wordt de IJssel gekruist en vervolgt het tracé in noordoostelijke richting. Na het aan de rand kruisen van enkele NNN-gebieden arriveert de tracéoptie bij de buisleidingenstrook nabij Ommen.

Effecten occupatielaag. De tracéoptie kruist geen woonkernen. Daarentegen ligt bijna de volledige lengte in agrarisch akker- en grasland. Hier is een kleine kans op effecten omdat dit parallel aan een bestaande verbinding ligt en verziltingsgevoeligheid niet aan de orde is. Er liggen enkele kleine $PR10^{-6}$ risicocontouren in de omgeving, naar verwachting levert dit geen externe veiligheidsrisico's op. Dit betekent een kleine kans op effecten. De tracéoptie ligt nabij twee campings richting Ommen. Vanwege tijdelijke hinder en de ondergrondse aanleg is dit een kleine kans op effecten op recreatie. Voor de totale occupatielaag geldt een kleine kans op effecten (lichtblauwe aanduiding).

Effecten netwerklaag. De tracéoptie ligt parallel met bestaande buisleiding van Gasunie. Ook is er parallelligging over een groot gedeelte met spoorwegen, deze worden ook enkele keren gekruist. Daarnaast worden er primaire waterkeringen, hoogspanningsverbindingen en rijkswegen gekruist. Deze infrastructuur wordt niet beperkt in functie, maar is wel een aandachtspunt bij realisatie. De tracéoptie heeft een lengte van circa 70 km, vanwege de parallelligging met een bestaande buisleiding is het ruimtebeslag circa 35 ha. Dit is een kleine kans op effecten voor ruimtebeslag. Circa 5% ligt in Natuur-netwerk Nederland, door de parallele ligging is de kans op (extra) effecten middelgroot. Voor de totale netwerklaag geldt een middelgrote kans op effecten vanwege ligging in Natuurnetwerk Nederland (middelblauwe aanduiding).

Effecten ondergrondlaag. De bodem is op enkele plekken zettingsgevoelig (tot 1 meter), dit is een kleine kans op effecten vanwege de beperkte lengte in zettingsgevoelig gebied. Er is geen grondwater-beschermingsgebied aanwezig. De tracéoptie kruist Natura 2000-gebied De Veluwerandmeren en Rijntakken nabij Hattem. Vanwege parallelligging gaat het hier om een middelgrote kans op effecten. Er worden enkele bekende archeologische waarden gekruist, voor aardkundige waarden zijn er enkele kruisingen met groter aaneengesloten gebieden voornamelijk in Flevoland. Met betrekking tot landschap kruist dit tracé Nationaal Landschap Veluwe over een vrij korte afstand, dit betekent een kleine kans op effecten. Voor archeologische verwachtingen zijn er overwegend kleine tot middelgrote trefkansen. Dit is een middelgrote kans op effecten. Voor de totale ondergrondlaag is de kans op effecten middelgroot vanwege kruisen Natura 2000-gebieden en het kruisen van archeologische en aardkundige waarden (middelblauwe aanduiding).

In Tabel 3-10 staat de beoordeling van de drie lagen occupatie, netwerk en ondergrond. Het stedelijk gebied en zettingsgevoelige bodem zijn belangrijke aandachtspunten. Indien er een procedure wordt opgestart voor deze ontwikkelingen, zijn deze aandachtspunten mede bepalend voor de haalbaarheid.

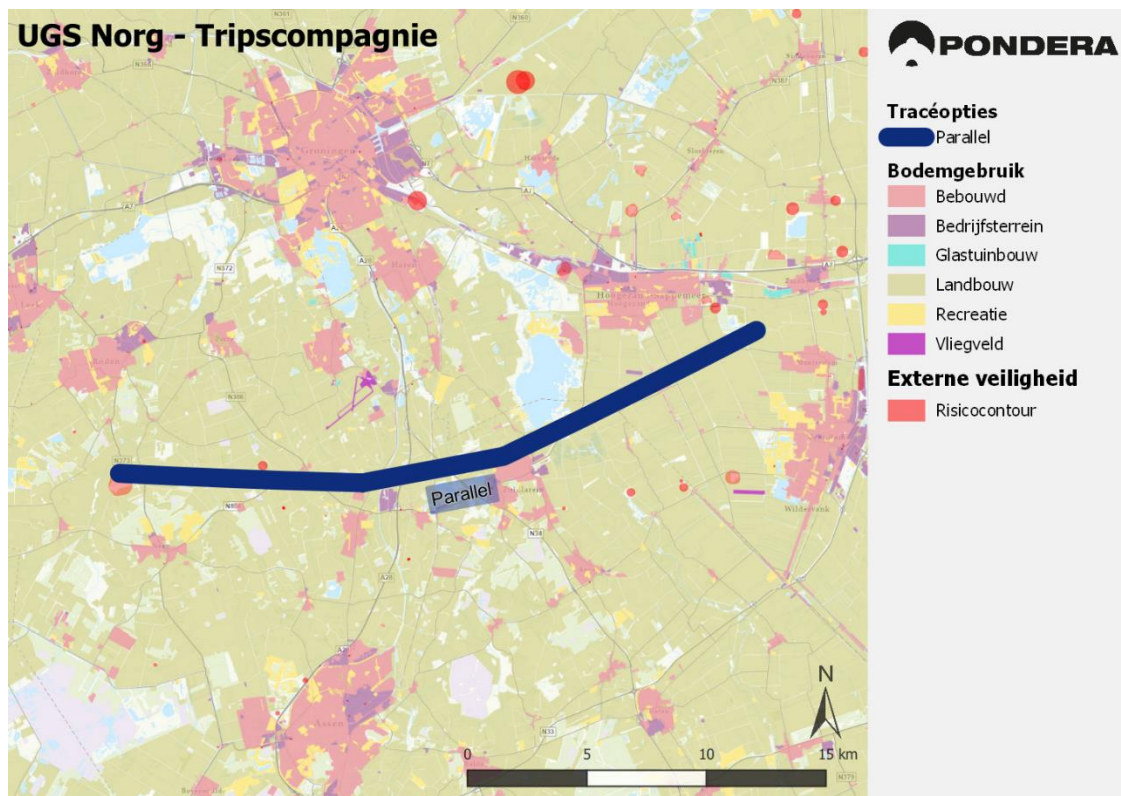
Tabel 3-10 - Beoordeling lagen verbinding Lelystad – waterstofnetwerk

Laag	Aanduiding
Occupatie	1
Netwerk	2
Ondergrond	2

UGS Norg – Tripscompagnie

De mogelijke verbinding van UGS Norg richting Tripscompagnie gaat vanaf de gasopslag in oostelijke richting parallel aan een bestaande buisleiding van Gasunie. Deze kruist voornamelijk agrarisch gebied. In Figuur 3.4 is de tracéoptie weergegeven.

Figuur 3.4 - Tracéoptie UGS Norg – Tripscompagnie



De tracéoptie gaat vanaf de UGS Norg oostwaarts door agrarisch akker- en grasland en kruist enkele provinciale wegen en rijksweg A28. De woonkern van Zuidlaren ligt ten zuiden van de tracéoptie, het Zuidlaardermeer ligt ten noorden hiervan. Vanaf daar gaat het tracé in noordoostelijke richting naar Tripscompagnie door agrarisch gebied.

Effecten occupatielaag. De tracéoptie ligt nabij de woonkern van Zuidlaren, maar kruist deze niet. Daarentegen ligt bijna de volledige lengte in agrarisch akker- en grasland. Hier is een kleine kans op effecten omdat dit parallel aan een bestaande verbinding ligt en verziltingsgevoeligheid niet aan de orde is. Er liggen enkele kleine PR10⁻⁶-risicocontouren in de omgeving, naar verwachting levert dit geen externe veiligheidsrisico's op. Dit betekent een kleine kans op effecten. De tracéoptie ligt nabij een campings bij Zuidlaren. De ruimte is hier beperkt vanwege de nabije ligging van de kern van Zuidlaren. Mogelijke effecten hierdoor zijn niet uitgesloten, dit betekent een middelgrote kans op effecten voor recreatie. Voor de totale occupatielaag geldt een middelgrote kans op effecten vanwege recreatie (middelblauwe aanduiding).

Effecten netwerklaag. De tracéoptie ligt parallel met bestaande buisleiding van Gasunie. Daarnaast worden er hoogspanningsverbindingen, spoorwegen en rijkswegen gekruist. Deze infrastructuur wordt niet beperkt in functie, maar is wel een aandachtspunt bij realisatie. De tracéoptie heeft een lengte van circa 30 km, vanwege de parallellegging met een bestaande buisleiding is het ruimtebeslag circa 15 ha. Dit is een kleine kans op effecten voor ruimtebeslag. Circa 10% ligt in Natuurnetwerk Nederland, door de parallelle legging is de kans op (extra) effecten middelgroot. Voor de totale netwerklaag geldt een middelgrote kans op effecten vanwege ligging in Natuurnetwerk Nederland (middelblauwe aanduiding).

Effecten ondergrondlaag. De bodem is nabij het Zuidlaardermeer zettingsgevoelig (tot 1 meter), dit is een kleine kans op effecten vanwege de beperkte lengte in zettingsgevoelig gebied. Eveneens bij het Zuidlaardermeer is een grondwaterberschermingsgebied aanwezig. Dit betekent een middelgrote kans op effecten. De tracéoptie kruist Natura 2000-gebied Drentsche Aa-gebied. Vanwege parallellegging gaat het hier om een middelgrote kans op effecten. Er liggen enkele bekende archeologische waarden nabij de tracéoptie, ook worden verschillende aardkundige waarden gekruist en stads- en dorpsgezicht Kiel-Windeweer. De verwachtingswaarde voor archeologie is middelhoog tot hoog. Dit is een middelgrote kans op effecten vanwege parallellegging met een bestaande buisleiding. Ook wordt Nationaal Landschap Drentsche AA gekruist. Dit is een kleine kans op effecten vanwege parallellegging en ondergrondse ligging. Voor de totale ondergrondlaag is de kans op effecten middelgroot vanwege kruisen Natura 2000-gebieden en het kruisen van archeologische en aardkundige waarden (middelblauwe aanduiding).

In Tabel 3-11 staat de beoordeling van de drie lagen occupatie, netwerk en ondergrond. Natuur en archeologische en cultuurhistorische waarden zijn belangrijke aandachtspunten. Indien er een procedure wordt opgestart voor deze ontwikkelingen, zijn deze aandachtspunten mede bepalend voor de haalbaarheid.

Tabel 3-11 - Beoordeling lagen verbinding UGS Norg – Tripscompagnie

Laag	Aanduiding
Occupatie	2
Netwerk	2
Ondergrond	2

Conclusie

Mogelijk zijn er nieuwe waterstofleidingen nodig, met name parallel aan bestaande buisleidingen. Of de leidingen nodig zijn is afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden. De beoordeling van Milieu & Ruimte van de mogelijke nieuwe waterstofleidingen varieert. Over het algemeen kan worden geconcludeerd dat de kans op effecten groter is bij verbindingen die stedelijk gebied doorkruisen, hier zijn effecten op de occupatielaag of ondergrondlaag te verwachten. Daarnaast is de kans op effecten groter in gebieden met een zettingsgevoelige bodem, hier is met name de ondergrondlaag van belang.

A. Uitgebreide uitwerking verschillenanalyse CES 2.0

A.1. Rotterdam-Moerdijk

Energievraag

In de CES 2.0 zijn de cijfers van de energievraag nog niet opgenomen. In de CES 1.0 waren er slechts prognoses tot 2030. Dus er zijn nog geen cijfers voor 2050 beschikbaar.

Energieaanbod

In de CES 2.0 zijn de cijfers van het energieaanbod nog niet opgenomen. In de CES 1.0 waren er slechts prognoses tot 2030. Dus er zijn nog geen cijfers voor 2050 beschikbaar.

Benodigde energie-infrastructuur

In de CES 2.0 worden meerdere sleutelprojecten benoemd op het gebied van infrastructuur:

- Waterstof Netwerk Rotterdam. Dit valt onder regionale infrastructuur en is niet expliciet meegenomen in de IEA-analyses. Wel zijn de aanvoerleidingen naar het landelijke waterstofnetwerk meegenomen, mogelijk overlapt dit gedeeltelijk met het Waterstof Netwerk Rotterdam.
- Ontwikkeling van importterminals voor waterstof. Dit is meegenomen bij de structuurkeuze import grondstoffen voor wederexport.
- Delta Rhine Corridor. Dit is meegenomen bij de structuurkeuze import grondstoffen voor wederexport.
- Uitbreidingen hoogspanningsnet. Wordt benoemd dat dit conform investeringsplannen netbeheerders is. Deze is meegenomen als robuuste ontwikkeling richting 2030.
- Aanlanding voldoende windenergie op zee. De projecten voor aanlanding windenergie op zee die benoemd worden in de CES, zijn allemaal meegenomen in één of meerdere voor de IEA gebruikte scenario's.
- De komst van hoofdinfrastructuur voor transport CO₂ (Porthos en Aramis) met een beoogde transportcapaciteit tot 22 Mton per jaar. Dit valt binnen de range van de gebruikte scenario's voor de IEA/het PEH.
- Transportleidingen voor warmte vanuit industrie (Warmteling en warmteleiding Moerdijk-Geertruidenberg). Deze bovenregionale warmteverbindingen zijn meegenomen in de IEA bij de structuurkeuze over warmte.
- Infrastructuur voor het project H-vision. Het gaat dan om lokale leidingen voor restgassen en waterstof en verbindingen naar Porthos en het waterstofnetwerk. Dit valt onder regionale infrastructuur en is niet expliciet meegenomen in de IEA-analyses. De aanvoerleidingen naar het landelijke waterstofnetwerk zijn wel meegenomen, mogelijk overlapt dit gedeeltelijk met de aanvoerleidingen voor H-vision.
- Walstroominstallaties voor zeeschepen. Dit valt onder regionale infrastructuur en is niet expliciet meegenomen in de IEA-analyses.
- Duurzame vervoerscorridor op basis van waterstof. Dit gaat niet om energie-infrastructuur en is dus niet meegenomen.

Conclusie

- **Er zijn geen cijfers over ontwikkeling vraag en aanbod van energie tot 2050 vanuit de CES. Dus er kan niet gecontroleerd worden of de aannames overeenkomen met de scenario's die worden gehanteerd voor de IEA/PEH. De genoemde infrastructuurprojecten in de CES komen allemaal terug in de IEA-analyses. Er is daarom geen reden voor een gevoeligheidsanalyse.**

A.2. Schelde-Deltaregio (SDR)

Energievraag¹¹

- In de CES gaat de regio Schelde-Deltaregio uit van ongeveer 135 PJ elektriciteitsvraag in Zeeland in 2050. Hiervan komt 72 PJ door directe elektriciteitsvraag van de industrie (overige deel van elektrolyzers). Dit komt overeen met 20 TWh. In de scenario's van PEH ligt de elektriciteitsvraag tussen de 3,5 en 5,8 TWh. De elektriciteitsvraag uit de CES valt dus hoger uit dan de bovengrens van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- In de CES gaat de regio uit van ongeveer 90 PJ waterstofvraag, wat overeenkomt met ongeveer 25 TWh. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de waterstofvraag tussen de 6,8 TWh en 32,2 TWh. De verwachte waterstofvraag uit de CES valt dus binnen de bandbreedte van de PEH-scenario's.

Energieaanbod

- De SDR gaat uit van 4,2 GW aan elektrolyzers in 2050. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's van PEH is uitgegaan van maximaal 5 GW elektrolyse in Zeeland. De plannen van de CES vallen dus binnen de bandbreedte van de scenario's.
- In de CES wordt benoemd dat er tot ruim 700 PJ aan waterstof geïmporteerd kan worden in Zeeland richting 2050.
- In de CES wordt benoemd dat er een forse hoeveelheid restwarmte aanwezig is die gebruikt kan worden voor het verwarmen van de gebouwde omgeving in Zeeuws-Vlaanderen en Midden-Zeeland.

Benodigde energie-infrastructuur

- In de CES wordt benoemd dat de plannen voor een nieuw 380kV-station bij Borsele en uitbreiding van het 380kV-net naar Zeeuws-Vlaanderen noodzakelijk zijn. Deze plannen zitten al in het investeringsplan van TenneT en is dus meegenomen als robuuste ontwikkeling richting 2030.
- In de CES wordt benoemd dat een aansluiting op de nationale waterstofinfrastructuur noodzakelijk is, zowel voor het Sloegebied als voor Zeeuws-Vlaanderen. Daarnaast wordt benoemd dat een verbinding met België noodzakelijk is. De noodzaak voor aansluiting op het waterstofnetwerk en de aansluiting van Zeeuws-Vlaanderen volgen ook uit de doorrekeningen van de scenario's voor de IEA en zijn dus meegenomen. In het voorziene waterstofnetwerk is voor deze IEA een interconnectiepunt met het Belgische waterstofnet meegenomen.
- In de CES wordt benoemd dat CO₂-transport per schip noodzakelijk is. Dit is meegenomen in de IEA-analyses voor overige buisleidingen.
- Er wordt benoemd in de CES dat restwarmte aanwezig is die gebruikt kan worden voor de verwarming van de gebouwde omgeving, maar er worden nog geen concrete plannen voor warmtetransport-infrastructuur benoemd. Dit is in de IEA niet meegenomen omdat dit beschouwd wordt als regionale energie-infrastructuur en het daarmee buiten de scope van de studie valt.

Conclusie

- De bovengrens van de elektriciteitsvraag in de CES valt een stuk hoger uit dan de bovengrens van de elektriciteitsvraag in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's. Hier is vermoedelijk geen extra elektriciteitsinfrastructuur voor nodig.

¹¹ Hierbij wordt alleen gekeken naar de vraag in Zeeland. Slechts een deel van de bedrijven in West-Noord-Brabant is meegenomen met de CES, dus dit kan niet goed worden vergeleken met de prognoses van de IEA/het PEH.

- De extra elektriciteitsvraag kan effect hebben op de hoeveelheid windenergie op zee en kernenergie die geplaatst kan worden in Zeeland zonder dat er problemen ontstaan op het 380kV-net door het afvoeren van elektriciteit.
- De waterstofproductie en waterstofvraag die geprognoseerd worden in de CES vallen binnen de bandbreedte van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- Er wordt een forse potentie voor import van waterstof in de Schelde-Deltaregio benoemd in de CES. Dit is niet meegenomen voor de IEA/PEH gebruikte scenario's. Dit kan forse impact hebben op de benodigde waterstofinfrastructuur en op de benodigde ruimte in de haven voor importfaciliteiten.
- **Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in het cluster SDR. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een fors lagere elektriciteitsvraag. De hogere elektriciteitsvraag heeft effect op de knelpunten die ontstaan door een combinatie van aanlanding windenergie op zee en kernenergie (deze worden mogelijk minder groot). Daarnaast benoemen ze in de CES dat er forse potentie is voor waterstofimport in de SDR. Dit is niet meegenomen binnen de IEA. In de gevoeligheidsanalyse moeten bekeken worden wat de implicaties van deze punten zijn.**

A.3. Noord-Nederland

Energievraag¹²

- Noord-Nederland gaat in de CES uit van een elektriciteitsvraag van 24 TWh in 2050 (exclusief datacenters en elektrolyzers, uitgaande van vollastvraag). In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de elektriciteitsvraag tussen de 11 en 16 TWh. De elektriciteitsvraag uit de CES valt dus hoger uit dan de bovengrens van de PEH-scenario's.
- Noord-Nederland gaat in de CES uit van 2.500 MW aan datacenters in de Eemshaven. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van maximaal 300 MW aan datacenters in Groningen. De prognoses van de CES liggen dus een stuk hoger.
- In de CES sluiten ze voor de waterstofvraag van 2050 aan bij de scenario's van II3050. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's zijn hier ook op gebaseerd, dus de aannames rondom ontwikkeling van de waterstofvraag zijn gelijk.

Energieaanbod

- Noord-Nederland gaat in de CES uit van 10 GW aan elektrolyzers bij de Eemshaven en 1,5 GW bij Delfzijl. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van maximaal 8,5 GW aan elektrolyzers bij de Eemshaven en maximaal 6,5 GW aan elektrolyzers bij Delfzijl. De ambitie voor elektrolyzers bij de Eemshaven ligt iets hoger dan de bovengrens die zijn meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- Er wordt in de CES benoemd dat er in het cluster Noord-Nederland potentie is om restwarmte te benutten van industrie, energiecentrales en datacenters. In de IEA is de benutting van restwarmte vanuit Delfzijl meegenomen.

¹² In de ontvangen versie CES 2.0 staan nog geen prognoses van de ontwikkeling van de energievraag. Daarom is hiervoor uitgegaan van de CES 1.0.

Benodigde energie-infrastructuur

- In de CES wordt onderschreven dat de plannen die opgenomen zijn in het MIEK en de investeringsplannen van de netbeheerders noodzakelijk zijn. Deze plannen zijn meegenomen als robuuste ontwikkelingen richting 2030 in deze IEA. Er wordt niet besproken of hierboven op nog additionele elektriciteitsinfrastructuur noodzakelijk is voor de uitvoering van de plannen.
- In de CES wordt benoemd dat de komst van het waterstofnetwerk noodzakelijk is. Deze is meegenomen als robuuste ontwikkeling richting 2030. Voor prognoses van de benodigde waterstofinfrastructuur in 2050 sluit de CES aan bij de scenario's van II3050. Aangezien deze IEA/het PEH ook gebruik maakt van de II3050-scenario's levert dit geen verschillen op.
- In de CES wordt het plan voor een warmtetransportleiding tussen de Eemsdeltaregio en Groningen benoemd. Dit is meegenomen in de IEA een bovenregionale warmteverbinding tussen Delfzijl en Groningen bij de structuurkeuze over warmte.
- In de CES wordt benoemd dat CO₂-infrastructuur tussen Emmen, Delfzijl en de Eemshaven noodzakelijk is. Dit is in de IEA niet meegenomen omdat dit wordt beschouwd als regionale energie-infrastructuur en het daarmee buiten de scope van de studie valt.

Conclusie

- De bovengrens van de elektriciteitsvraag in de CES valt wat hoger uit dan de bovengrens van de elektriciteitsvraag in de PEH-scenario's. In de CES wordt niet benoemd of hier additionele netverzwaringen voor nodig zijn.
- In de CES gaan ze uit van een fors hoger vermogen aan datacenters dan is meegenomen in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- De extra elektriciteitsvraag kan effect hebben op de hoeveelheid windenergie op zee die kan aanlanden bij de Eemshaven.
- Er zijn geen verschillen in aannames rondom waterstofvraag.
- **Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in het cluster Noord-Nederland. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een lagere elektriciteitsvraag, met name van datacenters. Het is onduidelijk wat de effecten zijn op de elektriciteitsinfrastructuur. Daarnaast heeft de hogere elektriciteitsvraag effect op de hoeveelheid windenergie op zee die kan aanlanden in Noord-Nederland. In de gevoeligheidsanalyse moeten gekeken worden wat de implicaties van deze punten zijn. Er zijn geen significante verschillen voor andere soorten energie-infrastructuur.**

A.4. Chemelot¹³

Energievraag¹⁴

- Chemelot gaat in de CES uit van een groei van de vermogensvraag van elektriciteit naar 700 tot 1.700 MW voor de site van Chemelot. Dit komt overeen met 6 tot 15 TWh elektriciteitsvraag per jaar (uitgaande van vollastvraag). In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de elektriciteitsvraag van de industrie in Zuid-Limburg tussen de 6,3 en 9,0 TWh. De bovengrens van de elektriciteitsvraag uit de CES valt hoger uit dan de bovengrens van de PEH-scenario's.

¹³ Disclaimer: Van Chemelot is geen CES 2.0 ontvangen. Voor deze analyses is daarom uitgegaan van de CES 1.0.

¹⁴ Bij de cijfers van II3050 is uitgegaan van de energievraag van de industrie in heel Zuid-Limburg, aangezien dit het hoogste bekende detailniveau is. Het grootste gedeelte van deze elektriciteitsvraag komt vanuit Chemelot, maar het is niet bekend welk gedeelte. Er is aangenomen aan dat de energievraag van overige industrie in Zuid-Limburg verwaarloosbaar is in vergelijking met de energievraag van Chemelot.

- Chemelot gaat in de CES uit van een waterstofvraag van 250 tot 320 kton in 2050. Dit komt overeen met 8 tot 11 TWh waterstofvraag per jaar (uitgaande van de lagere calorische waarde). In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de waterstofvraag van de industrie in Zuid-Limburg tussen de 6 en 24 TWh. De prognose voor de waterstofvraag vanuit de CES valt binnen de range van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- Chemelot gaat in de CES uit van een methaanvraag van 0 tot 16 PJ per jaar in 2050. In de scenario's van PEH ligt de methaanvraag van de industrie in Zuid-Limburg tussen de 0 en 1 PJ. De bovengrens van de methaanvraag in de CES valt hoger uit dan de bovengrens van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.

Energieaanbod

- Chemelot gaat in de CES uit van een waterstofproductie van 125 tot 160 kton in 2050. Dit komt overeen met 4 tot 5 TWh waterstofvraag (uitgaande van de lagere calorische waarde). Deze waterstof kan geproduceerd worden met elektrolyse, maar ook via andere opties (blauw, plasmatechnologie). In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de productie van waterstof bij Chemelot tussen de 0 en 3 TWh. Daarnaast is in één scenario 10 TWh waterstofproductie bij Maasbracht meegenomen.
- Chemelot gaat in de CES uit van een methaanproductie van 0 tot 30 PJ per jaar in 2050. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de productie van methaan in Zuid-Limburg tussen de 10 en 50 PJ. De productie van methaan in de CES valt binnen de range van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- Chemelot gaat in de CES uit van een aanbod van CO₂ tot 0,8 Mton in 2028. Het is nog onbekend hoe zich dit ontwikkelt tot 2050. De 0,8 Mton valt binnen de range van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- Chemelot gaat in de CES uit van een aanbod van 250 MWth, ofwel 8 PJ, aan restwarmte. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's wordt ook restwarmte van Chemelot meegenomen.

Benodigde energie-infrastructuur

- In de CES wordt benoemd dat een 380kV-verbinding nodig is tussen Maasbracht en Graetheide, met in ieder geval 2 circuits en mogelijk ook een derde circuit. Dit is al opgenomen in het IP2020 en is daarom meegenomen als autonome ontwikkeling richting 2030.
- In de CES wordt benoemd dat Chemelot aangesloten moet worden op het waterstofnetwerk. Dit wordt meegenomen in de IEA als autonome ontwikkeling richting 2030.
- In de CES wordt benoemd dat een buisleidingencorridor Rotterdam-Chemelot-Noordrijn Westfalen noodzakelijk is. Dit gaat om de Delta Rhine Corridor. De Delta Rhine Corridor is meegenomen in de IEA als optie bij de structuurkeuze *Faciliteren doorvoer grondstoffen naar buitenland*. Er wordt bij deze structuurkeuze uitgegaan van dezelfde transportcapaciteit als de CES.
- In de CES wordt benoemd dat er bij Chemelot een buisleiding nodig is voor de afvoer van minimaal 1 Mton CO₂ per jaar. Er is transport van maximaal 15 Mton CO₂ per jaar van Chemelot (en Duitsland) naar Rotterdam meegenomen in deze IEA als optie bij de structuurkeuze *Faciliteren doorvoer grondstoffen naar buitenland*.
- In de CES wordt de mogelijkheid van een groot warmtenet in Zuid-Limburg met restwarmte van Chemelot benoemd. Dit warmtenet is niet meegenomen bij de IEA-analyses omdat dit geen bovenregionaal warmtetransport is en daarom buiten de scope van de studie valt.

Conclusie

- Het grootste verschil tussen de CES en de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's zit in de bovengrens van de elektriciteitsvraag. De bovengrens van de CES valt buiten de range van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's. Dit leidt tot een hogere transportbehoefte op de 380kV-verbinding tussen Maasbracht en Chemelot. Mogelijk is hierdoor een 4^e circuit nodig tussen Maasbracht en Chemelot, maar dit heeft geen ruimtelijke consequenties. Daarnaast zijn er mogelijk wat effecten op de 380kV-verbindingen tussen de Maasvlakte en Maasbracht, maar dit effect is vermoedelijk beperkt.
- De hogere waterstofproductie in de CES heeft vermoedelijk geen effect op de waterstofnetten aangezien de waterstofvraag hoger ligt dan de productie en daarom doorslaggevend is voor de benodigde transportcapaciteit.
- De hogere methaanvraag in de CES heeft vermoedelijk geen effect op de methaannetten aangezien de methaanproductie hoger ligt dan de vraag en daarom doorslaggevend is voor de benodigde transportcapaciteit.
- **Er zijn wat verschillen in de aannames tussen de CES Chemelot en de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's. Maar dit heeft vermoedelijk geen effect op de benodigde ruimte voor nieuwe energie-infrastructuur. Dit wordt binnen de IEA-analyses voldoende opgevangen. Er is dus geen verdere gevoeligheidsanalyse nodig.**

A.5. Noordzeekanaalgebied (NZKG)

Energievraag

- NZKG gaat in de CES uit van een elektriciteitsvraag tussen de 11 en 24 TWh in 2050. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de elektriciteitsvraag van de industrie in het Noordzeekanaalgebied tussen de 2,8 en 4,6 TWh. De bovengrens van de elektriciteitsvraag uit de CES valt hoger uit dan de bovengrens van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- NZKG gaat in de CES uit van een waterstofvraag van 550 kton in 2050. Dit komt overeen met 18 TWh waterstofvraag per jaar (uitgaande van de lagere calorische waarde). In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de waterstofvraag van de industrie in het NZKG tussen de 0 en 0,6 TWh. Dit betekent dat de waterstofvraag uit de CES een stuk hoger ligt dan de waterstofvraag van de PEH-scenario's.
- NZKG gaat in de CES uit van een methaanvraag van 0 TWh per jaar in 2050. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt de methaanvraag van de industrie in IJmond tussen de 0,8 en 3,6 TWh per jaar. De methaanvraag in de CES valt lager uit dan de bandbreedte van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.

Energieaanbod

- NZKG gaat in de CES uit van 1 GW aan elektrolyzers in 2050. In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's ligt het elektrolyservermogen bij Beverwijk tussen de 0 en 5 GW. De plannen van de CES vallen binnen de bandbreedte van de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- NZKG gaat in de CES uit van minimaal 1 Mton waterstof import per jaar. Dit komt overeen met minimaal 33 TWh (uitgaande van de lagere calorische waarde). In de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's is geen waterstofimport bij het NZKG meegenomen.
- NZKG gaat in de CES uit van een aanbod van CO₂ tot maximaal 0,4 Mton vanuit AEB¹⁵. In deze IEA is geen transport van CO₂ in het NZKG-gebied meegenomen, aangezien dit onder regionale energie-infrastructuur valt en daarmee buiten de scope van deze studie.

¹⁵ Afval Energie Bedrijf Amsterdam.

- In de CES wordt benoemd dat er potentieel is voor 80 GWh aan restwarmte vanuit elektrolyzers. Daarnaast is er mogelijk restwarmte vanuit Tata Steel.

Benodigde energie-infrastructuur

- In de CES wordt benoemd dat geen additionele verzwaringen op het 380kV-net nodig zijn vanwege de additionele elektriciteitsvraag van Tata Steel en elektrolyzers, bovenop de verzwaringen die al in het MIEK en de investeringsplannen zitten. De geplande verzwaringen zijn een nieuw 380kV-station tussen Beverwijk en Vijfhuizen, een uitbreiding van 380kV-station Oostzaan, de 380kV-verbinding Beverwijk-Middenmeer en uitbreidingen van 150kV-stations. Deze investeringen zitten in het IP2022 en zijn meegenomen als robuuste ontwikkelingen richting 2030 in de IEA.
- De realisatie van een regionaal waterstofnetwerk (Regional Integrated Backbone, RIB) en landelijk waterstofnetwerk zijn volgens de CES noodzakelijk voor de waterstofvraag van Tata Steel en de productie van waterstof met elektrolyzers. Het landelijke waterstofnetwerk zijn meegenomen in de IEA-analyses. Dit waterstofnetwerk heeft in alle scenario's voldoende capaciteit. Dit is naar verwachting ook zo bij de hogere waterstofvraag van Tata Steel. Wel zijn er vermoedelijk (grotere) aanvoerleidingen nodig richting het waterstofnetwerk. Het regionale waterstofnetwerk (RIB) is niet meegenomen binnen de IEA, aangezien dit niet onder de hoofdstructuur valt en daarmee buiten de scope van deze studie.
- Eerdere plannen van Tata Steel waren om gebruik te maken van CCS. Aangezien Tata Steel gekozen heeft voor Directe Reductie met waterstof vervallen die plannen. Daarom is geen CO₂-infrastructuur meer nodig voor Tata Steel en vervalt het Athos project. Dit was al niet meer meegenomen in de IEA. In de CES wordt nog wel genoemd dat CO₂-infrastructuur interessant kan zijn voor bijvoorbeeld AEB, maar in dit geval gaat het om regionale infrastructuur. Dit wordt niet meegenomen in de IEA omdat het buiten de scope valt.
- In de CES wordt de mogelijkheid van een IJmond warmtenet benoemd. Dit warmtenet is niet meegenomen in de IEA-analyses omdat dit geen bovenregionaal warmtetransport is en daarom buiten de scope van studie valt.

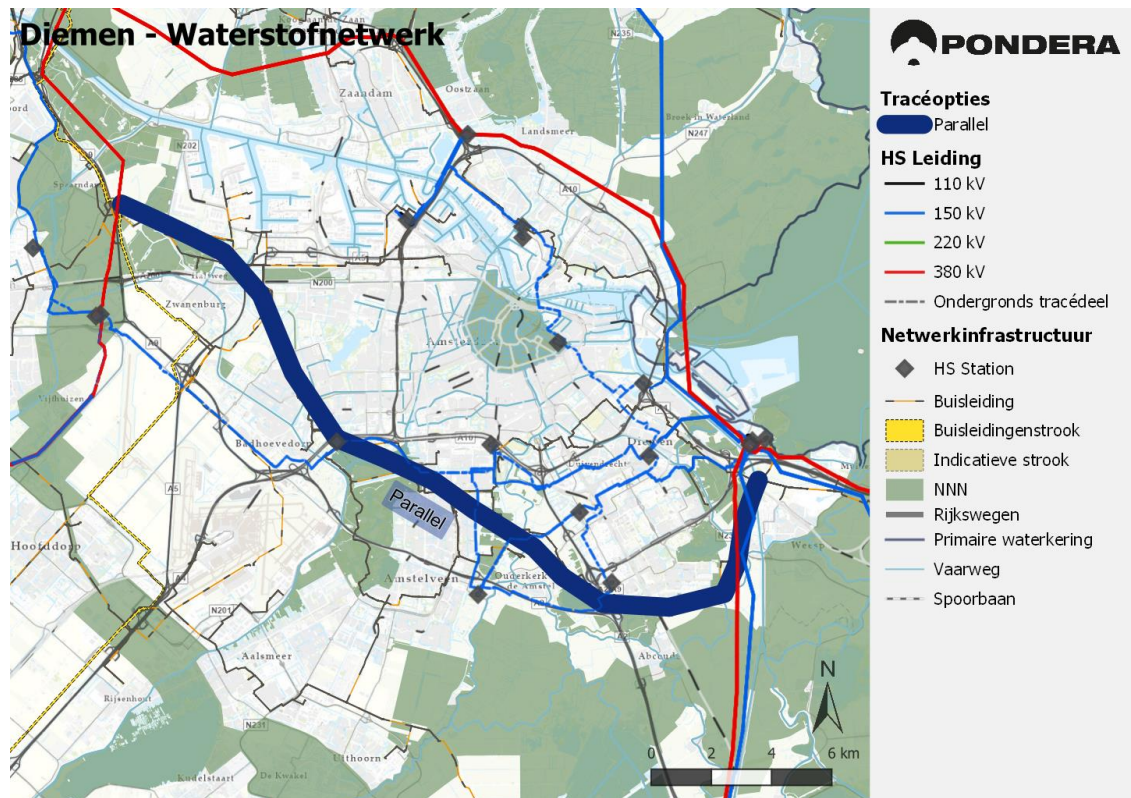
Conclusie

- De bovengrens van de elektriciteitsvraag in de CES valt fors hoger uit dan de bovengrens van de elektriciteitsvraag in de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's. In de CES wordt benoemd dat hiervoor geen additionele netverzwaringen nodig zijn bovenop de geplande investeringen. Dus dit heeft geen implicaties op de bevindingen binnen de IEA.
- De extra elektriciteitsvraag kan effect hebben op de hoeveelheid windenergie op zee die kan aanlanden in Noord-Holland.
- Waterstofimport bij het NZKG kan leiden tot een additionele ruimtevraag voor waterstofterminals. Dit is niet meegenomen bij de voor de IEA/PEH gebruikte scenario's.
- In de CES gaan ze uit van een fors hogere waterstofvraag in het NZKG door de plannen van Tata Steel om over te stappen op Directe Reductie met waterstof. Dit heeft vermoedelijk geen impact op het waterstofnetwerk, maar er zijn mogelijk wel extra of zwaardere aanvoerleidingen nodig richting het waterstofnetwerk.
- **Er zijn forse verschillen in de aannames over de ontwikkeling van de vraag naar waterstof en elektriciteit in het NZKG. De voor de IEA/PEH gebruikte scenario's gaan uit van een lagere elektriciteitsvraag. Dit heeft naar verwachting geen impact op het elektriciteitsnet, maar wel op de waterstofinfrastructuur. Daarnaast kan dit effect hebben op de hoeveelheid windenergie op zee die kan aanlanden in Noord-Holland. In de gevoeligheidsanalyse moet bekeken worden wat de implicaties zijn.**

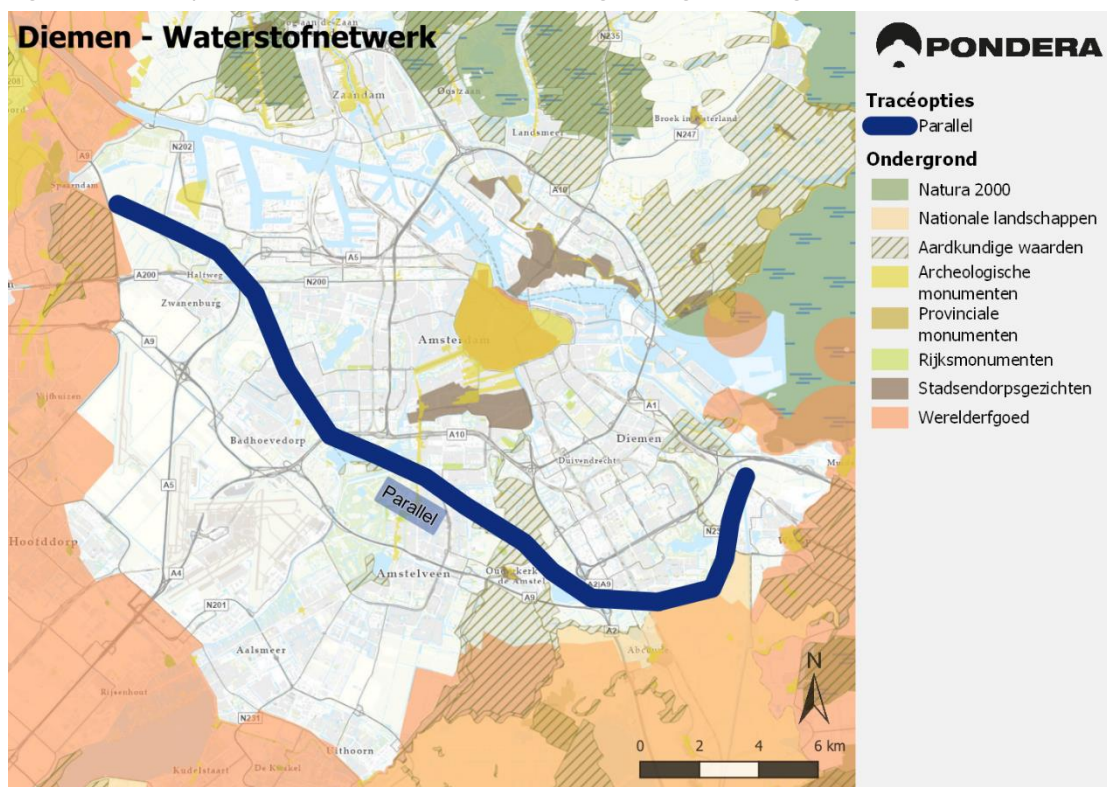
B. Kaartenbijlage

Volgende kaarten ondersteunen de beoordelingen in paragraaf 3.5.1.

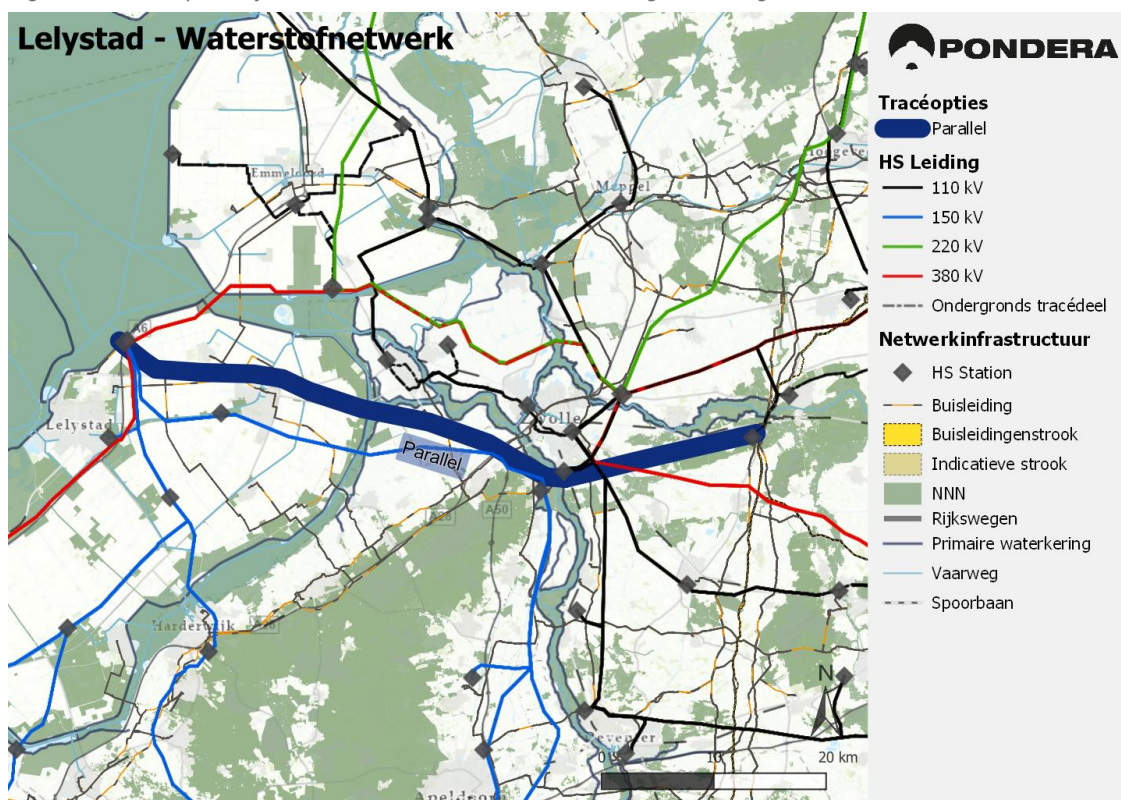
Figuur 3-5 - Tracéoptie Diemen – Waterstofnetwerk met netwerklaag als achtergrond



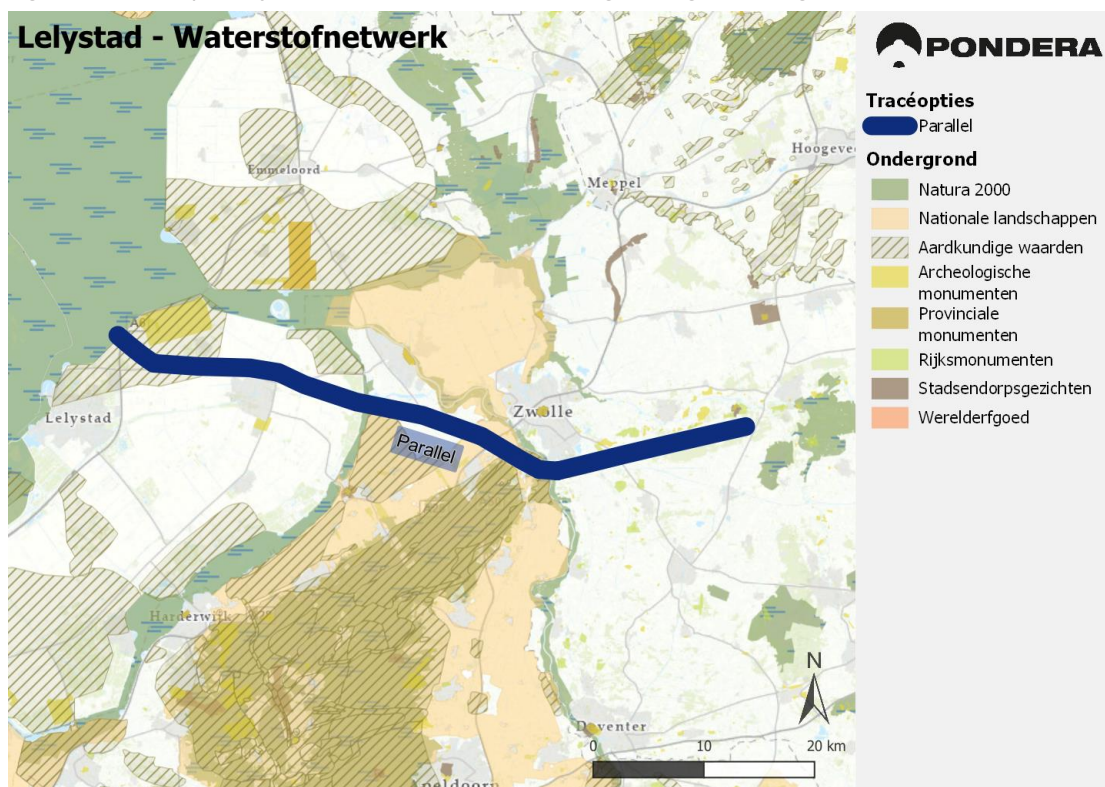
Figuur 3-6 - Tracéoptie Diemen – Waterstofnetwerk met ondergrondlaag als achtergrond



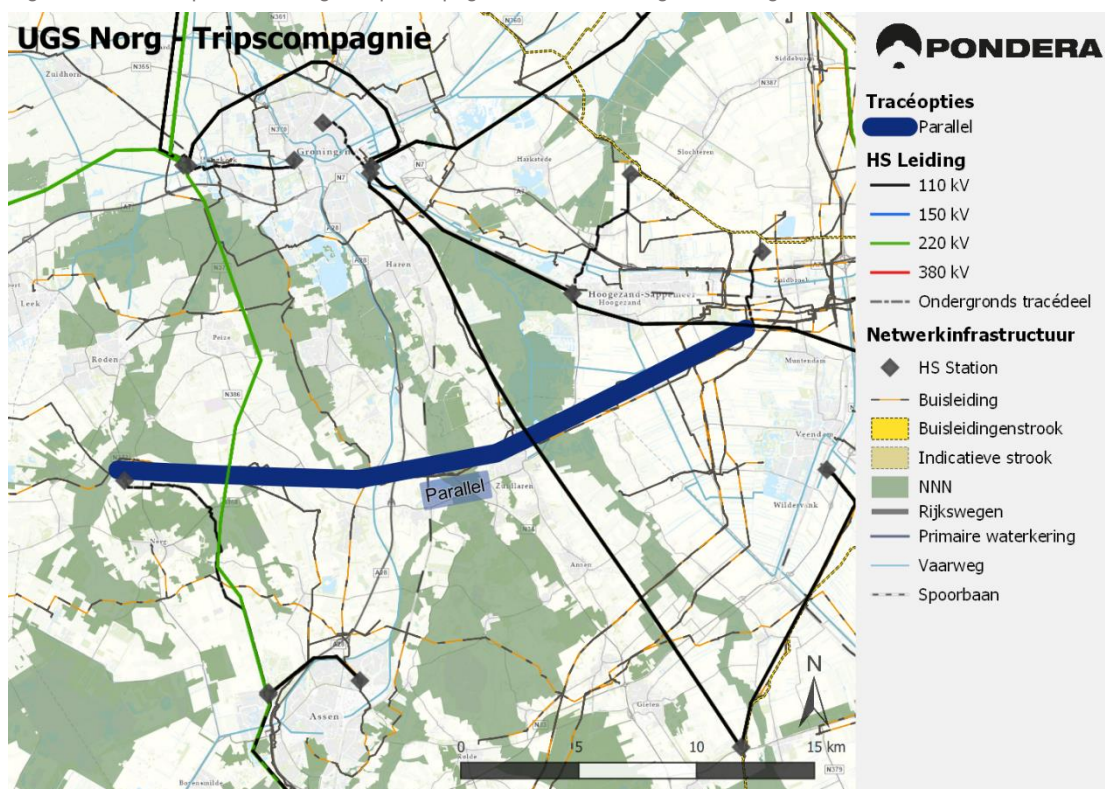
Figuur 3-7 -Tracéoptie Lelystad – Waterstofnetwerk met netwerklaag als achtergrond



Figuur 3-8 - Tracéoptie Lelystad – Waterstofnetwerk met ondergrondlaag als achtergrond



Figuur 3-9 - Tracéoptie UGS Norg – Tripscompagnie met netwerklaag als achtergrond



Figuur 3-10 - Tracéoptie UGS Norg – Tripscompagnie met ondergrondlaag als achtergrond

